

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑪ DE 38 42 802 A 1

⑳ Aktenzeichen: P 38 42 802.4  
㉔ Anmeldetag: 20. 12. 88  
㉕ Offenlegungstag: 21. 6. 90

㉙ Int. Cl.<sup>5</sup>:  
F02 B 25/06

F 02 B 33/30  
F 02 B 33/34  
F 02 B 75/16  
F 02 B 75/18  
F 02 B 37/00  
F 02 F 3/20  
F 01 L 5/04  
F 01 L 5/14  
F 01 L 5/20  
F 01 B 11/00

DE 38 42 802 A 1

㉙ Anmelder:  
Eickmann, Karl, 7180 Crailsheim, DE

㉚ Erfinder:  
gleich Anmelder

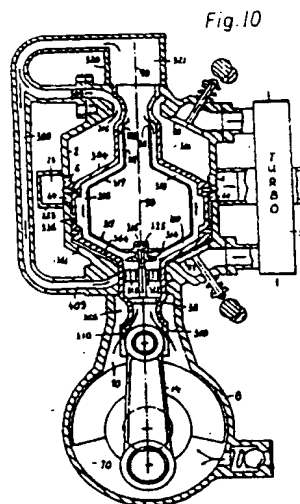
㉛ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE-PS 6 01 128  
DE-PS 5 51 637  
DE-PS 2 86 806  
DE-PS 2 08 058  
DE-PS 70 689  
DE-AS 10 09 868  
DE 38 17 529 A1  
DE 37 36 633 A1  
DE 37 19 927 A1  
DE 35 19 140 A1  
DE 33 41 718 A1  
DE 31 49 930 A1  
DE 31 35 675 A1

DE-OS 25 41 966 A1  
AT 13 735  
GB 9 60 054  
GB 4 71 011  
US 39 55 543  
US 12 79 334  
US 10 68 168

㉜ Doppelkolben Aggregat, insbesondere Verbrennungsmotor

In einem Doppelkolben-Aggregat reziprokieren zwei miteinander verbundene Kolben in achsparallelen Zylindern, wobei sie die in den Zylindern gebildeten Kammern periodisch nacheinander vergrößern und verkleinern. Wenn das Aggregat als Verbrennungsmotor eingesetzt ist, werden erfindungsgemäß die Spülung der Zylinder von der Ladung der Zylinder zeitlich und/oder räumlich voneinander getrennt. Dadurch werden Brennstoff-Verluste durch den Auspuff vermieden und eine besonders hohe Leistung des Aggregates bei geringem Gewicht erzielt. Die Steuerung der getrennten Spülung und Ladung erfolgt durch zeitlich nacheinander wirkende Steuernuten oder durch zeitlich nacheinander öffnende und schließende Ventile.



DE 38 42 802 A 1

Die Erfindung betrifft einen Doppelkolben Verbrennungsmotor mit in achsgleichen Zylindern reziprozierenden Kolben, die durch eine Kolbenstange miteinander verbunden sind.

Derartige Verbrennungsmotoren sind aus der DE-OS 33 41 718 bekannt. Zwischen den Zylindern befindet sich eine die Kolbenstange umgreifendes Mittelgehäuse mit einem Einlaßkanal und zwei in der Kolbenstange angeordnete Ringnuten verbinden eine nach der anderen zweiteilig einen der Zylinder mit dem Einlaßkanal.

Solche Verbrennungsmotoren erreichen hohe Leistung bei geringem Gewicht und sind betrieblich sehr zuverlässig. Doch erfordern sie noch einen Bauaufwand, der nach den Erkenntnissen der gegenwärtigen Erfindung noch verringert werden kann, sie erzeugen noch Strömungsverluste und sie lassen wenig Raum für die Einspritz oder Zündmittel. Außerdem benötigen sie noch Einwegventile in dem Mittelgehäuse. Durch die Erfindung wird erkannt, daß die bekannten Verbrennungsmotoren noch Nachteile haben, die noch weiter vervollkommen werden können.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Doppelkolben Verbrennungsmotor mit einer Kolbenstange zwischen den Kolben zu schaffen, der bei geringem Gewicht die Leistung der bisherigen Motoren noch steigert, ihre Bauweise vereinfacht, ihre Herstellungskosten verbilligt und strömungsgünstige Fluidleitung durch das Mittelgehäuse bei ausreichendem Platz für Zünd- oder Einspritz-Vorrichtungen bietet.

Diese Aufgabe wird in Motoren nach dem Gattungsbegriff des Patentanspruchs 1 durch den kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 gelöst.

Weitere vorteilhafte Ausführungen ergeben sich nach den Patentansprüchen 2 bis 43.

Die Erfindung ist anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele noch näher erläutert.

Fig. 1 ist ein Längsschnitt durch eine Anordnung der Erfindung.

Fig. 2 ist ein Längsschnitt durch eine Anordnung der Erfindung.

Fig. 3 bis 12 zeigen Längsschnitte durch weitere Ausführungsbeispiele, und

Fig. 13 bis 14 zeigen Diagramme.

In der Fig. 1 verbindet die Kolbenstange 7 die beiden Kolben 4 und 64, die in den Zylindern 2 und 62 reziprozierbar angeordnet sind. Beispielsweise sind die Kolben mittels Gewinden oder Sitzen 16 an der Kolbenstange befestigt und sie können mit den Sicherungen 17 gegen Lösen voneinander gesichert sein. Die Kolben können die Kolbenringbetten 51 mit darin eingelegten Kolbenringen 52 haben. Eines der Enden der Kolbenstange 7 oder einer der Kolben kann mit Verbindungsmitteln 12, 13 zur schwenkbaren Verbindung mit einem Pleuel zur Pleuelwelle versehen sein. Das Pleuel ist mit 14 bezeichnet. Zwischen den beiden Zylindern sind die Verschlußdeckel 3 angeordnet, die das Mittelgehäuse 40 flankieren. Deckel 3 und Mittelgehäuse 40 sind mit zentralen Bohrungen versehen, in denen die Kolbenstange 7 gleitet. Durch das Mittelgehäuse 40 wird durch dessen Einlaßkanal 9 Fluid in die Zylinder geleitet, das nach Beendigung des betreffenden Expansionshubes durch die Auslässe 6 entweicht. Zur Abdichtung der Kolbenstange können Dichtringe, z. B. 54, vorgesehen sein. Soweit ist die Anordnung teilweise aus der eingangs genannten DE-OS bekannt.

Erfindungsgemäß ist die Kolbenstange 7 mit einer

einigen Ringnut 15 versehen, die radial von außen her in die Kolbenstange 7 hereinragt, in der Mitte der Kolbenstange 7 angeordnet ist und eine solche axiale Länge hat, daß sie während des Kolbenhubes in den beiden axialen Endlagen in den Einlaßkanal 9 des Mittelgehäuses 40 und jeweils dabei in einen der Zylinderräume 1 oder 61 hereinragt. Dadurch verbindet die Steuernut 15 bei jedem Kolbenhube einmal den Einlaß 9 mit der Zylinderkammer 1 und beim entgegengesetzten Hube oder in der entgegengesetzten axialen Endlage den Einlaß 9 mit der Zylinderkammer 61, so daß bei einer der axialen Endlagen Fluid, zum Beispiel Luft oder Brennstoff-Luftgemisch, aus dem Einlaß 9 in den Zylinder Raum 1 und bei der anderen axialen Endlage der Kolben und Kolbenstange in den Zylinderraum 61 strömt oder hineingepreßt wird. Durch diese Anordnung kommt die Kolbenstange mit einer einzigen Ringnut 15 aus und es werden keine Einweg oder Rückschlag Ventile in dem Einlaß 9 benötigt. Der Motor ist also durch die erfindungsgemäße Ausbildung vereinfacht und betriebssicherer gemacht. Die zweite Steuernut und die Einweg Einlaß Ventile sind gespart. Gleichzeitig aber ist Raum geschaffen zum Anbringen der Einspritz oder Zünd-Vorrichtungen 10 oder 11 und die Nut 15 ist zusammen mit dem Einlaß 9 so angeordnet, daß günstige Strömungsverhältnisse entstehen und entsprechend Verluste durch Strömungseinengungen und Wirbel verringert werden. Die Trennung des Mittelgehäuses 40 von den Gehäusedeckeln 3 hat zusätzlich die Aufgabe, das Anbringen von Dichtringen zu erleichtern.

Die Zylinderwände 2 und 62 sind an den Deckeln 3 zentriert. Die Deckel 3 sind an dem Mittelgehäuse 40 zentriert und liegen mit planen Flächenteilen an planen Flächenteilen des Mittelgehäuses 40 an. In das Mittelgehäuse 40 oder in die Deckel 3 sind die Dichtring-Betten 53 eingeformt, in die die Dichtringe 54 und 55 oder einer derselben eingelegt sind. In Kolben sind derartige Dichtringe oft "Kolbenringe" genannt, doch unterscheiden sich die Dichtringe 54 und 55 von den nach außen drückenden Kolbenringen dadurch, daß sie radial nach innen spannen. Sie spannen also in entgegengesetzter Richtung, wie die bekannten Kolbenringe. Bei ihrer Spannwirkung radial nach innen sind sie zweiteilig noch durch Fluiddruck unterstützt, der durch die Kanäle 41 in die betreffenden Dichtringbetten eintreten kann. Die gekanteten Dichtringe dichten die Kolbenstange 7 gegen den Einlaß 9 und gegen die Zylinderräume 1 und 61 ab, indem sie radial nach innen gegen die zylindrische Außenfläche der Kolbenstange 7 drücken, an ihr gleiten und dichten, aber die Steuernut 15 freigeben, wenn deren Enden die Innenfläche 86 der Dichtringe 54, 55 durchlaufen kann.

Da die Kolbenanordnung zwecks Erzielung hoher Drehzahlen geringe Masse haben muß, ist die Kolbenstange 7 vorteilhafterweise hohl ausgebildet, also mit dem Innenraum 18 versehen. Durch die Halterungen 20 und die Bolzen 21 können die Deckel 3 und die Zylinderwände 2, 62 am Mittelgehäuse 40 gehalten oder verschraubt sein. Die Anschlüsse 10 für das Anbringen der Zünd- oder Einspritz-Mittel 11 sind zweckmäßigerweise winkelmäßig um die Achse des Aggregates versetzt angeordnet, wie die Bruchlinie andeutet, denn sonst würde das Mittelgehäuse 40 zu lang und die Kolbenstange zu schwer für hohe Hubzahlen. Der Einlaß 9 und die Deckel 3 sind strömungsgünstig geformt, so daß sich ein paralleler Stromlinienfluß aus dem Einlaß 9 entlang des betreffenden Wandteils des Mittelgehäuses 40 und durch die Steuernut 15 in den betreffenden Zylinder-

raum 1 oder 61 hinein ergibt. Die dem Zylinderraum zugekehrte Wand des Deckels 3 ist entsprechend abgeschrägt, um diesen günstigen Stromlinienfluß zu begünstigen. In Fig. 1 ist das aus den beiden Kolben mit der mittleren Kolbenstange bestehende Kolbenassembly 4, 7, 64 in der oberen Endlage gezeichnet. Der Kolben 4 hat die Auslässe 6 überlaufen, so daß das aus dem Einlaß 9 meistens unter Laderdruck zugeführte Fluid, wie zum Beispiel Luft oder Brennstoff Luftgemisch, aus der Steuernut 15 in die Zylinderkammer 1 einströmend, den Zylinder durchströmt, alle alten Brenngasreste aus dem Zylinderraum 1 durch die Auslässe 6 abfließen läßt und den Zylinderraum 1 kreisrund gleichmäßig mit frischem Fluid füllt. Es handelt sich also um eine Einrichtungs-Durchströmung der betreffenden Zylinderkammer, wobei die Durchströmung, die auch "flashing" genannt wird, beim anderem Zylinder 62 in der umgekehrten Richtung erfolgt, die Zylinderkammer 61 also von oben nach unten (in der Figur) durchflast wird, während die Zylinderkammer 1 von unten nach oben durchflast wird.

Bei der anderen Endlage, wenn das Kolbenassembly in der Figur die untere Endlage erreicht hat, erfolgt die Beschickung oder Durchflastung des unteren Zylinderraumes 61. Daraus ist verständlich, daß die Steuernut 15 in der Mitte der Kolbenstange 7 angeordnet und um die Mittelquerschnittsfläche der Kolbenstange symmetrisch ausgebildet ist. Entsprechend sind auch die Wandteile des Einlasses 9 um den Mittelquerschnitt des Mittelgehäuses 40 symmetrisch ausgebildet. In der Fig. 1 hat die Zylinderkammer 61 ihr geringstes Volumen erreicht. Das Fluid in ihr ist hoch komprimiert und fertig zur Zündung oder zur Brennstoff Einspritzung in die heiße, hoch komprimierte, Luft in der Zylinderkammer 61.

Hilfsmittel, wie Lader, Turbo, Kühlrippen oder Kühlräume sind in Fig. 1 nicht eingezeichnet, um die Übersichtlichkeit nicht zu beeinträchtigen und um hier nur das wesentliche der Erfindung zu zeigen.

In Fig. 2 sind zwei solcher Aggregate der Fig. 1 achsparallel, und mit den Einlässen 9 einander zugekehrt, angeordnet. Die einziffrigen Positionsnummern der Fig. 1 erhalten in dem linken Aggregat der Fig. 2 die Vorziffern 10 und die zweiziffrigen Positions-Nummern der Fig. 1 erhalten in dem linken Aggregat der Fig. 2 die Vorziffer 1. Die entsprechenden Teile des linken Aggregates arbeiten wie das rechte und das rechte entspricht dem Aggregat der Fig. 1, ist jedoch maßstäblich etwas kleiner gezeichnet.

Die Einlässe 9 beider Aggregate sind verbunden zu dem Zuströmkanal 22, der meistens vom Lader, in der Figur von dem Kompressor des Turbochargers, kommt. Die Auslässe 6 sind in Fig. 2 von Sammelkanälen 23 umgeben, die die Abgase aus den Zylinderkammern von den Auslässen 6 über die Sammelleitungen 23 zur Turbine des Turboladers leiten und diese treiben. Der von der Turbine getriebene Laderteil des Turbo preßt die Frischluft oder das Brennstoff Luftgemisch durch die Zuleitung 22 in die Eingänge 9. Der Turbo befindet sich hinter dem Aggregat und ist daher in Fig. 2 nicht sichtbar.

Die Kolben-Zylinder Assemblies sind auf das Kurbelgehäuse 8 aufgebaut, an ihm befestigt. Im Kurbelgehäuse 8 ist die Kurbelwelle 19 in den Lagern 25 umlauffähig gelagert. Sie mag aus zwei Teilen bestehen, die durch eine Kupplung oder Verzahnung 28 miteinander drehfest verbunden sind. Die Kurbelwelle hat die exzentrischen Lager 26 und 126 zur Lagerung der anderen En-

den der Pleuel 14 und 114 und außerdem die Schwungmassen oder Ausgleichsgewichte 27 und 127. Wichtig ist hier erfindungsgemäß, daß die Schwungmasse 127 und das Exzenterlager 126 des linken Teiles der Kurbelwelle 19 relativ zu den rechten Schwungmasse 27 und zum rechtem Exzenterlager 26 um neunzig Grad winkelmäßig versetzt sind. Dadurch wird erreicht, daß bei jedem Umlauf der Kurbelwelle vier Arbeitsleistungs Takte erreicht werden, in dem jeder der vier Zylinderräume 1, 101, 61, 161 während einem Viertel der einen Umdrehung der Kurbelwelle 19 einen Arbeitsabgabe Hub-Vorgang betreibt. Diese Anordnung hat also immer positives Drehmoment an der Kurbelwelle. Die Kurbelwelle und der ganze Motor hat niemals einen arbeitsabgabelosen Zeitraum. In der Figur sieht man in der Zylinderkammer 1 das Durchflachen der Kammer, also den Auspuff der Abgase 32 durch die betreffenden Auslässe 6 und das Füllen der Kammer 1 mit dem Frischfluid 31, das als Frischluft 30 aus dem Einlaßkanal 22 in den Einlaß 9 des Mittelgehäuses strömt und von dort aus durch die Steuernut 15 in die Zylinderkammer 1 weiterströmt und diese füllt und/oder durchflast. In der Kammer 61 ist das Frischfluid hoch komprimiert und die Zündkerze 11 zündet das hochkomprimierte Fluid 25 in der Kammer 61. In Kammer 101 wird gerade frisches Fluid komprimiert. In der Zylinderkammer 161 ist das bereits brennende oder verbrannte Fluid als treibendes, Arbeit angebendes Fluid gerade bei dem Expansionsvorgang. Es drückt mit dem Expansionsdruck auf den Kolben 164 und treibt dabei über das Pleuel 114 die Kurbelwelle, indem es diese in Drehung hält und die Arbeitsleistung des Fluids in der Kammer 161 an das Exzenterlager 126 der Kurbelwelle 19 abgibt. Jeder der Kolben 4, 64, 104, 164 und jede der Zylinderkammern 1, 61, 101, 161 macht jeden dieser Vorgänge pro einer Umdrehung der Kurbelwelle 19 einmal durch. Das Aggregat ist dadurch besonders kompakt und leistungsfähig. Auch in den Halterungen 10 befinden sich Zündmittel oder Einspritz Anordnungen, doch sind diese in den Figuren nicht eingezeichnet.

Während das rechte Aggregat die Kolbenteile in der oberen Endlage zeigt, wie in Fig. 1, hat das linke Aggregat die Mittellage der Kolbenanordnung, denn der linke Exzenter 126 ist ja um 90 Grad zum rechtem versetzt. Die Steuernut 115 befindet sich jetzt also in der Mitte des Mittelgehäuses. Man sieht hier deutlich, daß der Einlaß 9 radial ganz um die Kolbenstange 7 herum ausgedehnt ist. Das Frischfluid berührt also auch einen Teil der Kolbenstange und die betreffende Steuernut 15 oder, wie in Fig. 2, die Steuernut 115. Das Frischfluid ist daher erfindungsgemäß in den Kühlungsprozeß für die Steuernuten 15, 115, die Kolbenstangen 7, 107, die Mittelgehäuse 40 und die Deckel 3 eingeschaltet.

Lediglich der Vollständigkeit halber sei darauf hingewiesen, daß 90gradige Versetzung des zweiten Exzenterlagers keine exakte Mittellage des betreffenden Kolben-Assemblies bringt, sondern nur eine angenäherte. Das kommt aus der Kurbel-Kinematik und ist verständlich anhand der Fig. 13 der eingangs erwähnten DE-OS 33 41 718.

Das Doppelkolben Aggregat der Erfindung kann auch als Verdichter, Kompressor, Expansionsmotor, Dampfmotor, Preßluftmotor, Hydropumpe, Hydromotor oder dergleichen verwendet werden, wenn man die Zünd- oder Einspritzmittel fortläßt und die Kanäle 9 und 6 entsprechend mit zweckdienlichen, zum Beispiel mit bekannten, Aggregaten verbindet.

Betrachtet man die nähere Umgebung des Dichtring-

bettes 53, so findet man, daß dieses zwischen den Enden 84 und 84 ein Dichtringgehäuse bildet, das die axiale Länge 85 hat. Die Steuernut hat die Kanten, Enden, 81, 82 und den Abstand 72 zwischen ihnen. Das ganze Aggregat ist um die Achse 90 herum gebaut. Die Auslässe 6 haben die axiale Länge 67 und die Innenenden 61. Die Kolben haben die Innenenden 71, bzw. 69 und die Deckel 3 die Innenenden 62. Der Abstand zwischen den Enden 61 und 62 ist 63 und der Abstand zwischen den Enden 71 und 81 bzw. 82 und 69 ist 65. Der Außendurchmesser der Kolbenstange 7, 107 ist 66 und die jeweilige Länge 65, wenn das Aggregat den besten Wirkungsgrad erreichen soll. Die axiale Länge 72 der Steuernut 15, 115 hat dabei die Länge der Länge 85 plus zweimal die Länge 67.

In exakter geometrischer Beschreibung ist das Aggregat ein Doppelkolben Aggregat mit beiderends eines Mittelgehäuses achsgleich angeordneten Zylindern und darin reziprokierbar angeordneten Kolben an den axialen Enden einer die beiden Kolben miteinander verbindenden Kolbenstange und Hereinleitung von Fluid aus dem Mittelgehäuse durch Ausnehmungen, Steuernuten genannt, in der Kolbenstange in die betreffenden Zylinder herein und unterscheidet sich von der bekannten Technik dadurch, daß die Kolbenstange 7, 107 zwischen den Kolben 4 und 64 oder 104 und 164 eine einzige radial von der Außenfläche 66 der Kolbenstange ringförmig nach innen erstreckte Steuernut 15 oder 115 axial in der Mitte zwischen den beiden Kolben 4 und 64 oder 104 und 164 ausformt und in axialer Richtung so lang ausgedehnt ist, daß sie bei einer axialen Endlage des Kolbens Assemblies in den Zylindern in einen der genannten Zylinder und in den Einlaß 9 des Mittelgehäuses 40 hereinragt.

Um die Vorteile der Erfindung maximal vorteilhaft auszunutzen, insbesondere um die höchstmögliche Leistung bei geringem Raumbedarf, geringem Gewicht und geringen Kosten zu erzielen, sowie um den bestmöglichen Wirkungsgrad zu erreichen, ist es zweckdienlich bestimmte zueinander relative Abmessungen einzuhalten, wie zum Beispiel die,

daß die axialen Enden 81 und 82 der Steuernut 15 oder 115 von dem benachbarten der genannten Kolben 4, bzw. 64, bzw. 104, bzw. 164 im wesentlichen so weit entfernt ist, wie der Abstand 63 zwischen dem innerem Ende 61 des betreffenden Auslaßkanal 6 und dem Innenende 62 des betreffenden Deckels 3 zwischen dem betreffenden Zylinder und dem Mittelgehäuse 40 und/oder,

daß die betreffende zylindrische Außenfläche 66 der Kolbenstange 7, 107 zwischen dem Innenende 71, 69 des betreffenden Kolbens und dem benachbarten Ende 81 bzw. 82 der Steuernut 15 oder 115 die achsparallele Länge 65 aufweist und diese etwa dem genannten Abstand 63 zwischen den Innenenden 61, 62 des betreffenden Kolbens 4, 64, 104, 164 und des betreffenden Deckels 3 entspricht, und/oder,

daß die axiale Länge 72 der Steuernut 15, 115 zwischen deren Enden 81, 82 etwa dem Abstand 85 der Axialenden 83, 84 des Dichtring Gehäuses 3, 40, 53 zuzüglich der zweifachen axialen Länge 67 des Auslaßkanals 6 entspricht,

daß beiderends der Steuernut 15, 115 an der Kolbenstange 7, 107 eine der genannten zylindrischen Außenflächen 66 mit der genannten Länge 65 angeordnet ist, und daß in dem genannten Dichtring-Gehäuse ein Dichtringbett 53 geformt ist und in dieses Bett mindestens ein, besser aber mehrere, radial nach innen span-

nende, die genannte Außenfläche 66 umgreifende und an ihr dichtend und gegen sie spannende Dichtring(e) 54, 55 angeordnet ist(sind).

Besonders hohe Leistung erzielt das Aggregat dadurch, daß zwei der Doppelkabinen Aggregate achsparallel angeordnet und einem Kurbelgehäuse 8 zugeordnet sind, daß eine axiale Ende der Kolbenstange 7, 107 bzw. deren Kolben 64, 164 mit einer Lagerung 12 für einen Pleuelbolzen 13 ausgerüstet ist, die im Kurbel-Gehäuse 8 gelagerte Kurbelwelle 19 zwei relativ zueinander um 90 Grad winkelmäßig verdrehte exzentrische Pleuellager 26 und 126 hat und Pleuel 14 und 114 angeordnet sind, die die betreffenden Pleuelbolzen 13 mit dem betreffenden Exzenterlager 26 bzw. 126 verbinden.

Zur zeitweiligen Trennung des Auspuff Vorganges vom Einlaß oder Durchflashungs Vorgang kann das Aggregat so ausgebildet sein,

daß die genannte Länge 65 etwas länger ist, als die Länge 63 oder die genannten Längen 63, 65, 72, 67, 85 relativ zueinander so ausgebildet sind, daß beim Auswärtshub des betreffenden Kolbens 4, 64, 104 oder 164 die Auslässe 6 etwas früher geöffnet werden, als die betreffende Steuerkante (das Steuernutende) 81 oder 82 der Steuernut 15 oder 115 den Einlaß 9 zur betreffenden Zylinderkammer 1, 61, 101 oder 161 öffnet, also die zylindrische Innenfläche 86 des Dichtrings (der Dichtringe) 54, 55 verläßt.

Eines der Ziele der Erfindung ist auch, ein Hochleistungs Aggregat bei geringstmöglichem Gewicht zu schaffen. Das Aggregat soll dabei etwa gleich viel Leistung abgeben, wie etwa eine Schaft Gasturbine moderner Kampf-Flugzeuge, wie zum Beispiel die Hilfsaggregate der Tornado, dabei aber im Gewicht so gering sein, wie die genannten Gasturbinen. Denn dadurch wird es möglich, senkrecht aufsteigende Flugzeuge zu schaffen, die der durchschnittlich begüterte Bürger sich finanziell leisten kann. Ein solcher Verbrennungsmotor der Erfindung wird dann etwa ein zwanzigstel des Preises einer entsprechenden Gasturbine kosten. Das Gewicht muß deshalb so gering und die Leistung deshalb so hoch sein, weil vier Propeller von gleichem Durchmesser wie der eines Hubschraubers nach dem USA Patent 43 87 866 des Erfinders das 1.59fache dessen heben, was bei gleicher Leistung des Antriebsmotors der Hubschrauber mit nur einem Propeller heben würde. Mit Propellern von nur etwa 2 Meter Durchmesser kann man dadurch senkrecht aufsteigen und später nach Schwenken der Flügel auf Tragflügeln weiterfliegen, wenn das Gewicht des erfindungsgemäßen Motors so gering und seine Leistung so hoch ist, daß die Mehrhubkraft durch die vier Propeller das Gewicht der Tragflügel mit senkrecht heben kann. Diese hohe Leistung bei dem geringen Gewicht erzielt das Aggregat der Erfindung durch die geringe Masse des Kolbenassemblies und die strömungsgünstige und richtige Bemessung der Steuernut, der Kanäle und der richtigen Bemessung der Längen und Querschnitte relativ zueinander. Um klar erkennen zu können, was gemeint ist, sind die Teile, die eine Einheit bilden, ein "Assembly" genannt. Denn der Begriff "Aggregat" betrifft ja den gesamten Motor. Die drei Teile, wie die Kolbenstange 7 bzw. 107 mit den beiden Kolben 1, 61 bzw. 101, 161 bilden also ein Assembly, nämlich ein Kolben-Assembly oder das reziprokierende Assembly. Entsprechend bilden die stationären Teile, wie die Zylinderwände 2, 62 oder 102, 162, die Deckel 3 und das Mittelgehäuse 40 ebenfalls ein Assembly, zum Beispiel das Zylinderassembly oder das stationäre Assembly. Der Innendurchmesser der Zylinderwände ist mit Durch-

messer 87 bezeichnet, der der Außenfläche der Kolbenstange 7, 107 mit Durchmesser 88 und der kleinste Durchmesser der Steuernut 15 oder 115 ist mit Durchmesser 89 bezeichnet. Diese Durchmesser zusammen mit den genannten Längen, insbesondere mit den Längen 85, 72, 67 geben die Querschnitte der Kanäle für die Durchströmung des Aggregates mit dem Fluid. Diese Querschnitte sollen so aufeinander abgestimmt sein, daß das Fluid strömungsgünstig und mit geringem Reibungswiderstand durch das Aggregat strömen kann. Denn, um die angestrebte hohe Leistung bei dem geringem Gewicht erzielen zu können, muß die Masse des Kolbenassemblies ein Minimum sein, weil das ja schnell bewegt werden muß, um hohe Leistung zu erreichen. Die geringe Masse des Kolbenassemblies könnte aber die hohe Leistung nicht erreichen, wenn die Querschnitte der Durchströmkanäle zu gering wären oder durch stromlinienungünstige Ausformung Wirbel und Verluste verursachen würde. Daraus erkennt man, wie wichtig es ist, das zu der geringen Masse des Kolbenassemblies eine strömungsgünstige Ausbildung der Steuernut, des Dichtring-Gehäuses, der Auslässe und der betreffenden Längen und Durchmesser im Sinne der Erfindung angeordnet sein muß (müssen).

Oft ist es zweckdienlich, die Auslässe 6 etwas früher zu öffnen, als den Einlaß von Frischfluid durch die Steuernut. Denn dann kann das Abgas unter Druck mit hoher Geschwindigkeit zur Turbine des Turboladers strömen, wie in Fig. 2 gezeigt ist. Hat sich das Abgas in der betreffenden Zylinderkammer auf einen Druck entspannt, der geringer ist, als der Ladedruck des Laders, dann läßt man die Steuerkante der Steuernut aus dem Dichtring austreten und gibt den Einlaß des Frischfluids in die Zylinderkammer frei. Die genauen Längen sollten dabei auf die gewünschte Drehzahl der Kurbelwelle abgestimmt werden, denn die Drehzahl der Kurbelwelle bestimmt die Zeiten, die zur Durchströmung der betreffenden Stellen zur Verfügung stehen. In Fig. 2 sind in den Zylinderkammern die Zustände des Gases oder Fluids durch Pfeile oder Blasen (Kreise) angedeutet.

Für die beschriebene hohe Leistung ist die Verwendung eines Laders, zum Beispiel eines Turbo's unumgänglich. Doch kann das Aggregat auch für Selbstansaugebetrieb ohne Lader verwendet werden. Dabei ist die Abgabeleistung dann entsprechend geringer.

Fig. 3 unterscheidet sich von Fig. 1 nur dadurch, daß anstelle der Zündkerze 11 die Einspritzdüse 111 für Brennstoffeinspritzung in die komprimierte Luft im Zylinder eingezeichnet ist. Die Brennstoffeinspritzung hat gegenüber dem Vergaserbetrieb mit Zündkerze zwei wichtige Vorteile. Einmal kann das Verdichtungsverhältnis dann höher gewählt werden, wodurch man eine höhere Leistung erreicht und der zweite Vorteil ist dabei, daß dann kein Brennstoff im Brennstoff Luftgemisch durch den Auspuff entweichen kann, so daß man höhere Wirtschaftlichkeit infolge Brennstoffeinsparung erreicht.

In Fig. 4 werden Mittel zu einer wesentlichen Wirkungsgrad-Steigerung gezeigt. Es ist nämlich so, daß ein Zweitaktmotor, der durch Vorkompression von Luft im Kurbelgehäuse den Zylinder spült und füllt, niemals bei hohen Drehzahlen den Zylinder voll mit 1 atme Druck vorfüllen kann. Denn das Kurbelgehäuse hat toten Raum, so daß die Luft in ihm nur sehr schwach komprimiert werden kann und Luft im Kurbelgehäuse zurückbleibt. Mit Luft aus dem Kurbelgehäuse gefüllte Zweitaktmotor Zylinder haben außerdem unvollständige Säuberung des Zylinders von Brenngas Rückständen.

Füllt man andererseits die Zylinder mittels Turbocharger, wie in den Fig. 1 und 2, dann entsteht einmal der Nachteil, daß der Turbo nicht effektiv wirkt wenn die Drehzahl des Motors zu gering ist, so daß Start und Anlauf Probleme entstehen, sowie unsicherer Lauf bei geringen Drehzahlen auftreten kann. Zum anderen entsteht beim Turbolader mit Brennstoff-Luftgemisch aus dem Vergaser die Gefahr, daß ein Teil des Brennstoff Luftgemisches bei dem Durchflashvorgang vor dem Schließen der Auslaßbohrungen in den Auspuff gerät. Dann ist die Treibstoffenergie derjenigen Treibstoffmenge, die in den Auspuff gerät, verloren und außerdem ein Teil des Ladedruckes des Turboladers verloren. Die Brennstoff-Verluste sind zwar schon durch Fig. 3 vermieden, aber die anderen Teile sind durch Fig. 3 noch nicht beseitigt.

Daher sind in Fig. 4, und teilweise in den Fig. 5 bis 12, die Spülung und die Ladung des Zylinders voneinander getrennt und sie erfolgen zeitlich nacheinander. Außerdem sind in den Fig. 4 bis 6 Vorkehrungen getroffen worden, den Motor auch bei langsamer Drehzahl, also im Bereich, in dem der Turbolader nicht effektiv wirkt, betriebssicher laufen zu lassen.

Demgemäß hat der obere Zylinder 1 einen Kopfteil 201 mit zwei Einlaß Ventilen 205 und 210, während die Kolbenstange 7 am unteren End Durchlaßbohrungen 45 zum Innenraum 70 des Kurbelgehäuses 8 erhalten hat. Der in Fig. 4 nicht eingezeichnete, aber in den Fig. 5 und 6 sichtbare Kurbelgehäuse Auslaß 50 wird durch eine nicht eingezeichnete Leitung mit dem Einlaß 211 zum erstem Einlaßventil 205 verbunden, während der erste Turbo-Lader zum zweitem Einlaß 203 verbunden ist. Außerdem hat die Fig. 4 eine axial im Vergleich zu den Fig. 1 bis 3 kürzere mittlere Steuernut 15 und zusätzliche Reinigungs-Strom Bohrungen 39 und 42 in der Kolbenstange 7 beiderseits der mittleren Steuernut 15. Die Ventile 205 und 210 haben Schließfedern 208 und Halterungen dafür, sowie die Drucktaster 206 zum Betrieb des Öffners der genannten Ventile mittels zeitlich gesteuerter, nicht eingezeichneter Nockenwellen oder entsprechenden, von der Kurbelwelle 19 indirekt betätigten Hebeln. Ferner ist der obere Teil des Innenraumes der Kolbenstange 7 mit einem Füllklotz 37 versehen, der mittels der Befestigung 209 im Kopf 201 gehalten ist und in der Mitte hat die Kolbenstange 7 das mit der Druckfeder 44 belastete Einwegventil 43.

Der Motor der Fig. 4 arbeitet folgendermaßen:

Im Kurbelgehäuse wird lediglich Luft angesaugt und leicht vorkomprimiert. Der Vergaser sitzt also, wenn man mit Vergaser statt mit Brennstoffeinspritzung arbeitet, nicht vor dem Kurbelgehäuse, sondern vor dem zweiten Lader des Turboladers. Die so im Kurbelgehäuse komprimierte Luft wird durch das Ersteinlaßventil 205 bei dessen Öffnung in die Außenkammer 75 geleitet, streift innerhalb des Innenraumes der Kolbenstange 7 an dem Füllklotz 37 entlang und strömt durch die Durchflashbohrungen 39 unten in den Zylinderraum 1 ein, um den Zylinderraum 1 zu durchspülen und ihn von restlichen Brenngasen zu entleeren. Da diese Luft keinen Brennstoff enthält, werden Verluste an Brennstoff-Strömung durch die Auslaßbohrungen 6 in den Auspuff hinein vermieden. Man bedenke, daß die Durchflashbohrungen 39 früher von den Dichtringen 54, 55, freigegeben werden, als die Steuernut 15. Wenn das Einlaßventil 205 eine entsprechend bemessene Feder 208 hat, kann es auch alleine ohne Betätigung durch Nockenwelle oder Hebel öffnen. Da der Außenraum 75 in dieser Ausführung eine größere Fördermenge an

komprimierter Luft hat, als das Volumen des Zylinderinnenraumes 1 ist, weil auch der betreffende Teil des Innenraumes innerhalb der Kolbenstange 7 mit zur Förderung vorkomprimierter Luft benutzt wird, kann eine zu viel geförderte Luftmenge nach Schließen der Bohrungen 39 durch die Dichtringe 54, 55 und das Mittelgehäuse 40 durch das Einwegventil 43 in den unteren Teil des Innenraumes in der Kolbenstange 7 geleitet werden, von dort aus bei Öffnung der Bohrungen 42 in den unteren Zylinderraum 61 strömen, um bei dessen Durchflashung zu helfen, oder sie kann durch die Überströmbohrungen 45 in den Innenraum 70 des Kurbelgehäuses 8 geleitet werden, um darin an der Vorkomprimierung von Luft zu helfen, die dann auch durch die Bohrungen 45 und 42 wieder zur Durchflashung des unteren Zylinderraumes 61 dienen kann, wenn die unteren Dichtringe 54, 55 die Durchflashungsbohrungen 42 zur Reinigung und Durchflashung des unteren Zylinderraumes 61 freigeben.

Wenn die Steuernut die Dichtringe durchlaufen hat, strömt weitere Frischluft vom ersten Lader des Turbochargers durch den Zulauf 9, deren Abzweigung 109 und durch die Steuernut 15 in den Zylinderraum 1 ein. Der entsprechende Vorgang zum unterem Zylinderraum 61 erfolgt durch die Abzweigung 119 des Zulaufes 9. Da die Steuernut 15 später und eine kürzere Zeit, als die Durchflashungsbohrungen 39 bzw. 42 öffnet und eine kürzere Zeit offen ist, wird vermieden, daß zu viel Luft vom ersten Lader des Turbochargers durch die Auslaßöffnungen 6 entweicht.

Wenn der Motor mit Vergaser und Zündung arbeitet, wird der Vergaser vor den zweiten Lader des Turbochargers gesetzt. Der zweite Lader saugt also Brennstoff-Luftgemisch an und verdichtet es auf einen höheren Druck als den Atmosphärendruck. Erst dann, wenn die Kolbenstange so weit nach unten bewegt worden ist, daß die mittlere Steuernut 15 und die Bohrungen 39 wieder durch die oberen Dichtringe 54, 55 und/oder durch das Mittelgehäuse 40 verschlossen sind, wird das zweite Einlaßventil 210 geöffnet. Der Druck im Zylinderraum 1 ist dabei zunächst noch gering, da die Kompression mittels Bewegung des Kolbens 4 gerade erst begonnen hat. Fig. 13 zeigt den jetzigen Druck, der zur Zeit der Öffnung des zweiten Einlaßventils 210 noch wenig über einer Atmosphäre ist. Bei geöffnetem zweitem Einlaßventil 210 läßt der zweite Lader den Zylinderraum 1 über den Einlaß 203 mit Brennstoff-Luftgemisch von über einer Atmosphäre, meistens mit zwischen 1,5 und 2 Atmosphären Druck. Danach wird auch das zweite Einlaßventil 210 geschlossen und der eigentliche Kompressionsvorgang durch die Bewegung des Kolbens 1 im Zylinder 2 beginnt. Das erste Einlaßventil 205 ist schon früher, als das zweite Einlaßventil 210 öffnete, geschlossen worden.

Wenn man nur einen einzigen Lader außer dem der Außenkammer 75 oder Kurbelgehäuse Raumes 70 verwendet, kann man entweder das zweite Einlaßventil 210 oder die mittlere Steuernut 15 fortlassen. Wirkungsgradhöher ist die Verwendung des zweiten Einlaßventils 210 und führt zu höherer Leistung bei weniger Verlusten, als die Verwendung der mittleren Steuernut 15.

In den Fig. 4 bis 6 sind außerdem die Zentrier-Deckel 3 durch die Einsätze 36 ersetzt, die zwischen Absätze an den Zylindern 2, 62 und dem Mittelgehäuse 40 eingespannt sind. Das vereinfacht die Bauweise des Motors. Kühlräume 46 können angeordnet sein und in Fig. 4 kann eine enge Spaltdichtung 74 im Mittelgehäuse 40 zum Verschlossenhalten der Durchflashbohrungen 39

und 42 angeordnet werden.

Es ist außerdem zweckdienlich, die Frischluft über Öl, insbesondere über oder durch Ölnebel zu leiten, um eine Schmierung der Zylinderlaufflächen zu erhalten. Dazu kann zum Beispiel ein niedriger Ölstand in der Innenkammer 70 des Kurbelgehäuses benutzt werden. Die durch das Kurbelgehäuse strömende Luft kann dadurch die gewünschte Ölmenge erhalten, weil die Luftströmung über dem Öl oder Ölnebel dann etwas Öl — ausreichend wenig — mitreißt.

In den Fig. 5 und 6 ist die Steuernut 15 wieder so kurz, wie in der Fig. 4 ausgebildet. Anstelle zweier Einlaßventile zur Außenkammer 75 zwischen dem Kolben 4 und dem Deckel 201 sind in diesen Figuren ein Einlaßventil 204 und ein Auslaßventil 205 angeordnet. Zum Öffnen der Einlaßventile sind in den Fig. 4 und 6 Ausnehmungen 76 in den Füllkörpern 37 ausgebildet. Die durch das Ventil 47 mit Feder 49 in die Innenkammer 70 des Kurbelgehäuses 8 eingesaugte Luft wird nach Komprimierung durch den Kolben 64 durch das Auslaßventil 48 mit Feder 49 über den Auslaß 50 durch die nicht eingezeichnete, z. B. anschraubbare, Verbindungsleitung zum Einlaß 203 des Einlaßventils 204 geleitet, um dann wie in Fig. 4 weiter zu strömen und wie in Fig. 4 zu wirken. Von einem weiteren Lader oder auch von der Außenkammer 75 oder von der Kurbelkammer 70 kann Luft zum Einlaß 9 geleitet werden, um nach Öffnung durch die Steuernut 15 in die Zylinderkammer 1 oder 61 zu strömen. Man sehe in den Fig. 5 und 6, daß der Einlaß 9 hier jetzt links im Mittelgehäuse 40 gezeichnet ist, während man rechts den Einlaß 99 hat. Der Einlaß 9 wird mit denjenigen Luft-Förderaggregaten verbunden, die reine Luft zum Spülen und erstem Füllen der Zylinderräume 1 und 61 dienen, während der Einlaß 99 mit demjenigen Fluid-Förderapparat verbunden wird, der höheren, als eine Atmosphäre, Druck fördert, um die betreffenden Zylinderräume 1 und 61 zeitlich nacheinander mit Vor- druck höher als eine Atmosphäre aufzuladen. Das ist meistens der Lader eines Turbochargers. Wenn der Motor mit Vergaser und Zündkerze arbeitet, fördert der zum Einlaß 99 verbundene Lader ein Brennstoff-Luftgemisch. Es ist also so, daß in den Fig. 4 bis 6 die Spülung und Füllung der betreffenden Zylinderräume 1 und 61 von der Ladung der Zylinderräume getrennt wird, wobei die Ladung später als die Spülung erfolgt und die Ladung erst dann beginnt, wenn die Auslaßöffnungen 6 bereits wieder verschlossen sind. Gelegentlich wird jedoch auch eine Mischung angewendet, dergestalt, daß beide Vorgänge zeitweilig gleichzeitig erfolgen oder bei noch teilweise geöffneten Auslässen 6 erfolgen. Der Spül-Einlaß 9 wirkt mit der mittleren Steuernut 15 zusammen und zwar in der bereits in den Fig. 1 bis 4 beschriebenen Weise. Teile, die bereits anhand einer der Figuren beschrieben sind, werden bei der Besprechung der anderen Figuren nicht wieder beschrieben, wenn sie gleiche Bezugszeichen haben, weil ihre Wirkung aus der ersten Beschreibung bereits bekannt ist. So findet man in den Fig. 4 bis 6 noch Verschlußmittel für die Auslässe 6 zur Verhinderung von Auspuffgas-Rückfluß durch die Auslässe 6. So findet man die Einwegventile 38 oder die Verschluß-Schürze 94, 73 an der betreffenden Zylinderwand oder an dem betreffenden Kolben angeordnet. Diese Anordnungen sind beispielhaft und können durch andere geeignete Mittel ersetzt oder miteinander vertauscht werden.

Der Ladeeinlaß 99 der Fig. 5 und 6 wirkt nicht mit der mittigen Steuernut 15 zusammen, sondern bleibt von ihr getrennt. Stattdessen ist Einlaß 99 zu Einlaßventilen 56

und 57 für die Zylinderräume 1 und 61 verbunden. Diese mittleren Einlaßventile 56, 57, die in Führungen im Mittelteil 40 oder den Einsätzen 36 axial beweglich, zum Beispiel mit ihren Ventilschäften 58 axial beweglich geführt sind, werden durch die Federn 190 verschlossen gehalten, damit sie nicht vorzeitig öffnen und bei solcher Öffnung den Spülvorgang mit dem Ladevorgang nicht vermischen können. Geöffnet werden die mittleren Einlaßventile mechanisch und in Abhängigkeit vom Umlaufwinkel der Kurbelwelle 19 zu den erforderlichen Zeiten in den erforderlichen Zeitlängen. In den Fig. 5 und 6 sind als Steuerung für die Öffnung der mittleren Ventile 56 und 57 eine hohle Nockenwelle 77 mit Nocken 78 und 79 eingezeichnet. Die parallel zur Kurbelwelle rotierende Nockenwelle 77 bewegt die Nocken 78, 79 über die Ventilköpfe 60 und öffnet die Ventile 56 und 57 jeweils so lange, wie die Nocken der Ventilköpfe 60 und damit die Ventile 56, 57 axial bewegen und dabei öffnen oder schließen. Wenn die Ventilschäfte 58 parallel entgegengesetzt gerichtet auf einer gemeinsamen Achse liegen, benötigt man nur einen einzigen Nocken 78. In der Praxis, wie die Fig. 5 und 6 zeigen, sind die Achsen der Mittelventile aber nicht parallel zur Achse der Kolben und Kolbenstange 7, 4, 64 ausgerichtet sondern in einem Winkel dazu, um strömungsgünstige Einlaßventile 56 und 57 zu den Zylinderräumen 1 und 61 zu erhalten. Dann aber benötigt man zwei Nocken 78 und 79, die dann in einem entsprechenden Winkel zueinander, wie in Fig. 6 gezeigt, um die Nockenwelle 77 verteilt sind. Die winkelmäßige Verteilung ist in Fig. 5 dadurch gezeigt, daß die Nockenwelle unterbrochen ist, so daß der Konstrukteur die richtige Winkelverteilung der Nocken um die Nockenwelle konstruieren soll. Die mittleren Ventile öffnen dann, wenn die Auslässe 6 verschließen und sie bleiben eine kurze Zeit offen, etwa so lange, bis die Zylinderkammern 1 bzw. 61 mit dem Ladedruck und/oder mit Brennstoff Luftgemisch gefüllt sind. Ist dieser Zustand erreicht, dann müssen die Mittelventile 56 bzw. 57 sofort schließen, zum Beispiel durch den Druck der Federn 190, damit kein Kompressionsdruck aus den Zylinderräumen 1 oder 61 über den Einlaß 99 in den zu ihm verbundenen Lader strömen kann.

Im übrigen sind die Fig. 5 und 6 an sich gleich, doch zeigt die Fig. 6 im Vergleich zur Fig. 5 noch folgende alternative neue Ausführungsmerkmale:

Zwischen den Kühlrippen 124 und der Zylinderwand 2 (oder 62) ist eine Zwischenkühlung 95 ausgebildet. In diesem Beispiel ist der Zwischenkühlraum 95 eine Spiralnute um die Zylinderwand herum oder in sie eingearbeitet und sie wird mit Fluid, meistens mit Kühlflüssigkeit, durchströmt, zum Beispiel unter Druck von einer Kühlmittelpumpe her. Dadurch wird eine wirksamere Kühlung der Zylinderwand erreicht, was zweckdienlich ist, weil der Motor der Erfindung infolge seiner außerordentlich hohen Leistung bei kleinen Abmessungen und geringem Gewicht mehr als handelsübliche Zweitaktmotoren zum Heißwerden der Teile neigt. Sinnentsprechend ist auch eine beispielhafte innere Kolbenkühlung in Fig. 6 eingezeichnet. Die Kühlfluid Zuleitung(en) 91 leitet Kühlfluid, zum Beispiel von der Kurbelwelle her durch den Kurbelwellenexzentersitz 26 in das Pleuel 14 herein, durch es hindurch, über die Zwischenleitung 96 in den Kühlraum 93 innerhalb des Kolbens 64 oder 4 hinein und durch den Kühlrückflußraum 92 innerhalb des betreffenden Kolbens 4, 64 wieder aus dem Kolben heraus, durch die Rücklauf Zwischenleitung(en) 97 in die Rückleitungen 92 (siehe die Richtungspfeile in Fig. 6) und von dort aus in das Kurbelgehäuseinnere 70 oder

durch Rückleitungen durch die Kurbelwelle hindurch zurück zur Kühlmittelpumpe. Wenn dieses Kühlmittel durch Lager fließt, wie in der Fig. 6, dann soll es schmierende Eigenschaften haben. Eine weitere Besonderheit der Fig. 6 ist, daß der untere Kolben 64 mit der Kolbenstange 7 einteilig ausgebildet ist und so auch das Pleuellager 12. Lediglich der obere Kolben 4 ist ein von der Kolben 64 — Kolbenstange 7 getrennt hergestelltes oder trennbares und ansetzbares Teil. Siehe die Gewinde und Nieten, die den betreffenden Kolben dann an der Kolbenstange 7 halten und dessen Lage an ihr gegen Lösen sichern.

In der Fig. 7, die ein Querschnitt durch die Fig. 6 entlang der gepfeilten Linie der Fig. 6 dargestellt, ist gezeigt, daß die Steuernut 15 auch durch Spül-Luft Einlaßventile 156 ersetzt werden kann. Man sieht daher in der Fig. 7 die Zündkerzen oder Einspritz-Düsen 11 bzw. 111, die Spülluft Einlaßventile 156 und die Ladeluft Einlaßventile 56. Vorteilhafterweise sind diese Teile um jeweils 60 Grad winkelmäßig zueinander versetzt, wenn man jeweils zwei dieser Teile pro Zylinder des Motors verwenden will.

Die Wirkungsweise der Spül- und Ladevorgänge ist im übrigen in den Diagrammen der Fig. 13 und 14 noch genauer dargestellt.

In den Fig. 8 bis 12 ist die mittlere Steuernut 15 durch an den Kolbenstangen-Enden angeordnete Steuernuten 315 und 365 ersetzt. Man hat in diesen Figuren auch keine mittlere Kolbenstange 7 zwischen zwei an deren Enden angeordneten Kolben 4 und 64, sondern einen mittleren Kolben 304, 336, 364 mit von ihm in beiden Achsialrichtungen entgegengesetzt gerichteten Kolbenstangen 307, 367. Der mittlere Kolben und die Kolbenstangen sind bevorzugterweise wieder hohl ausgebildet, um geringe Massen zu haben. Am unterem Ende der Kolbenstange 367 ist die Verbindung 13 zum Pleuel 14 zu dem Exzenterlager 26 der Kurbelwelle 19 des Kurbelgehäuses 8 ausgebildet. Das Kurbelgehäuse 8 hat wieder die Einlaß- und Auslaß-Ventile 47 und 48 zum Innenraum 70 des Kurbelgehäuses. In den Fig. 8 bis 12 werden aus anderen Figuren bereits bekannte Teile im übrigen nicht mehr beschrieben, wenn die Teile durch zu anderen Figuren gleiche Bezugszeichen erwähnt sind. Ebenso werden in einer der Fig. 8 bis 12 beschriebene Teile bei der Beschreibung der anderen Figuren nicht mehr erwähnt, um die Aufmerksamkeit auf die Besonderheiten der betreffenden Figuren zu richten.

In der Zylinderwand 2, 62 läuft der Kolben 336 mit seinen beiden Kolbenstangen 307, 367 und die Deckel der Zylinder bilden so zwischen dem Kolben, den Kolbenstangen und den Zylindern die Zylinderkammern 301 und 361, die bei der Reziprokation des Kolbens periodisch ihre Volumen vergrößern und verkleinern. Die Deckelteile der Zylinder 2 und 62 umgreifen dichtend, gegebenenfalls mit eingesetzten, aber nicht eingezeichneten Dichtringen, die Kolbenstangen 307 und 367, jedoch öffnen die Steuernuten 315 und 365 zu den betreffenden Zeiten die Verbindungen der Zylinderkammern zu den betreffenden Einlässen 309 oder 409. Die Auslaßkanäle 6 und 66 sind wieder angeordnet, befinden sich aber nicht nahe der axialen Enden der Zylinder, sondern im Mittelteil der Zylinderwände 2 und 62. Die Füllung und Entleerung der Zylinderräume 301 und 361 erfolgt sinngemäß, wie in Fig. 1, nämlich dann, wenn der Kolben die Auslässe 6, 6 freigibt oder wenn die Steuernuten 315, 365 die Verbindung zwischen dem Zylinder Raum 301 und dem Einlaß 309 bzw. zwischen dem Zylinder Raum 361 und dem Einlaß 409 bei der Reziproka-



tionsbewegung des Kolbenassemblies herstellen. Die Lade-Einlaßventile 56, 57 befinden sich bei diesen Figuren nicht im Mittelteil des Zylinders, sondern in den Zylinderdeckeln an den axial äußeren Enden der Zylinder. Entsprechend liegen die Auslässe 6, 66 nicht axial an den Enden, sondern in der Mitte der Zylinderwände 2, 62.

Die Wirkungsweise der Fig. 8 ist wie folgt:

Das Kurbelgehäuse 70 saugt Luft über Einlaßventil 47 mit Filter 220 an und liefert komprimierte Luft über Auslaßventil 48 in die Leitung 50. Aus dieser strömt die Luft zeitweilig zum Einlaß 409 und über Steuernut 365 in den Zylinderraum 361 und zur anderen Zeit über Leitung 100 zum Einlaß 309 und über die Steuernut 315 in die Zylinderkammer 301. Die Ausströmung aus Zylinderkammer 301 erfolgt durch die Auslässe 6 und der Auslaß aus Zylinderkammer 361 erfolgt über die Auslässe 66. Die Auslässe 6 und 66 vereinigen sich zur Auslaß-Sammelkammer 23 im Sammelkammergehäuse 223, um die Abgase über Leitung 123 in die Turbine 322 des Turbo 5 zu leiten. Der Turbo preßt Ladeluft oder Ladeluft-Brennstoff-Gemisch aus seinem Lader (seinen Lädern) 305, 405 zu den Ladeluft-Einlaßventilen 56 und 57, die wieder gesteuert zeitlich durch die Federn 190 geschlossen gehalten und durch die Nocken 78 bzw. 79 der Nockenwellen 377, 477 geöffnet werden.

Der Kolben ist zwecks Erreichung geringer Massen vorzugsweise als Hohlkolben mit dem Innenraum 335, der Frontwand 304, der Rückwand 364 und dem die Front- und Rückwände verbindendem, im wesentlichen zylindrischem, Teil oder Rohr 336 ausgebildet. Radial außerhalb des Zwischenrohres 336 mag zwischen den Kolbenring Sitzen 51 mit Kolbenringen 52 darin, ein Spalt 337 relativ zum Innendurchmesser der Zylinderwand ausgebildet werden, um Heißlaufen durch zu ausgedehnte Flächen zu vermeiden. Dieses Zwischenstück 336 kann man auch benutzen, um den Kolben zweiteilig herzustellen und am Zwischenstück 336 zu einem einzigen Kolben, zum Beispiel mittels Schweißung, Verschraubung oder Vernietung zu verbinden.

In Fig. 9, die im Prinzip der Fig. 8 entspricht, ist die Besonderheit, daß am oberen Ende des Kolbenschaftes (der Kolbenstange) 307 die Verbindung, zum Beispiel, das Gewinde 80, angeordnet ist, um die Kolbenstange mit außerhalb des Motors angebrachten Mitteln zu verbinden. Das Ergebnis solcher Verbindung ist beispielsweise in der Fig. 11 gezeigt.

Die Fig. 10 entspricht wieder dem Prinzip der Fig. 8, doch ist als Besonderheit der Fig. 10 eine innere Kühlung des Kolbens ausgebildet. Die untere Kolbenstange 367 hat die Verbindung zum Pleuel 14 der Kurbelanordnung und die Einlaß-Kanäle 310. Durch sie tritt die komprimierte Spül-Luft aus dem Innenraum 70 des Kurbelgehäuses 8 in den Innenraum innerhalb des unteren Kolbenstangen-Rohres 367 ein. Im unteren Kolbenstangenrohr 367 ist das Einweg-Ventil 311 angeordnet, das Zuströmung zum Kolben-Innenraum 335 gestattet, aber eine Rückströmung unmöglich macht. Es ersetzt so daß Auslaßventil 48 der Fig. 8. Im Kolbeninnenraum 335 ist der Kühlstrom-Leitkörper (Hohlkörper) 317 angeordnet. Er leitet die vom Ventil 311 kommende Luft an der Innenfläche des Kolbens entlang und zwar entlang der unteren Wand 364, entlang der Zwischenwand 336 und entlang der oberen Wand 304, sowie entlang der Kolbenschaftrohre 367 und 307. Entsprechend hat der Kühlluft-Leitkörper prinzipiell die Formgebung des Kolbens, jedoch mit kleineren Durchmessern, um die Kühlluftleitung 318 so auszubilden, daß sie eng genug ist, um die Luft entlang der genannten Innenflächen der

genannten Teile zu leiten und so alle Teile des Kolbens effektiv zu kühlen. Ein Gebläse, das durch die strömende Luft in Drehung versetzt werden mag, kann als Gebläse 314 angeordnet sein und in der Halterung 317, sowie dem Ventilschaft 335 gelagert werden. Der Ventilschaft 335 des Ventils 311 mag in der Führung 312 mit Durchfluß-Öffnungen 313 innerhalb des Innenraumes des Kolbenschaftes 365 gelagert sein.

In der Fig. 11 ist der Anschluß 80 des oberen Kolbenstangenendes der oberen Kolbenstange 307 benutzt, um es mittels eines Halters 323 zum Ladekolben 325 eines Ladeluft-Erzeugers zu verbinden. Das obere Deckelende des Zylinders 2 trägt jetzt mittels der Verbindung 5326, die eine Luftentlastungs-Bohrung 324 enthalten mag, den Boden 4326 des Ladeluft-Erzeugers, der einen Zylinder 326 an den Boden 4326 anschließt und die Zylinderkammer oben mit dem Deckelteil 3326 verschließt, so daß der Ladeluft-Erzeugerkolben 325 dichtend in dem Zylinder reziprokieren kann und dabei abwechselnd die an seinen axialen Enden gebildeten Kammern 444 und 445 ausdehnt und verkleinert. Die Kammer 444 hat das Einlaßventil 327 und das Auslaßventil 329, während die Kammer 445 das Einlaßventil 328 und das Auslaßventil 330 hat. Diese Einlaßventile nehmen die Ladeluft in die Kammern 444 oder 445 ein, wenn der vom Hauptkolben getriebene Ladeluftkolben 325 im Ladeluftzylinder 326 reziprokiert. Das Auslaßventil 329 leitet die so komprimierte Ladeluft aus Kammer 444 über Leitung 333 zum Einlaß 331 des Ladeluft-Einlaßventils 56 und das Auslaßventil 330 läßt die Ladeluft aus der Kammer 445 durch die Leitung 334 zum Einlaß 332 strömen, von wo aus die Ladeluft zur Zeit der Öffnung des Einlaßventils 57 in die Arbeitszylinderkammer 361 strömt. Der Lader 325, 326 ersetzt also den Turbo der Fig. 8 bis 10. Man kann den Kolben 325 und den Zylinder 326 entsprechend groß in den Durchmessern ausbilden, um eine gewünschte Ladeluftmenge oder einen gewünschten Ladedruck zu erreichen. Arbeitet man mit Vergaser statt mit Benzineinspritzung, dann setzt man den Vergaser vor die Einlaßventile 327 und 328.

Fig. 12 illustriert eine besonders wirkungsgradhohe Ausführung zum Ersetzen des Turbo und baut dabei ein hoch kompaktes Aggregat. Das ist dadurch erreicht, daß der Ladeluft-Erzeuger nicht außerhalb des Motors, sondern innerhalb des Hohlkolbens des Motors angeordnet ist. Dazu ist ein innerer Teilkörper innerhalb des Kolbens 304, 336, 364 angeordnet, den man auch den stationären inneren Kolben nennen kann, der durch die Hauptteile 432, 442, 441 gebildet und der in der Gesamtheit des Assemblies mit 432 gekennzeichnet ist. Dieser stationäre Innenkolben 432 ist mit seinem oberen Ende 336 mit dem mit der Zylinderwand 2, bzw. deren Deckel, verbundenem Aufsatz 437 (mit Bohrung 324) fest mit den Zylinderwänden 2, 62 verbunden und relativ zu ihnen in axialer Richtung unbeweglich, also stationär. Das ist wichtig, denn dadurch braucht die Kurbelwelle 19 mit Umlaufmasse 27 den inneren stationären Kolben 342 nicht mit zu beschleunigen. Der innere stationäre Kolben 342 gehört also nicht mit zur zu beschleunigenden Masse des Arbeitskolbens 304, 336, 364. Diese Ausbildung macht das Aggregat der Fig. 12 besonders rationell, weil es die Beschleunigungsmassen 323, 325 der Fig. 11 einspart. Das Aggregat der Fig. 12 kann daher mit besonders hohen Drehzahlen der Kurbelwelle 19 laufen. Der Kühlraum oder Hohlraum 438 (oder mehrere derselben) kann innerhalb des stationären Innenkolbens 432 ausgebildet sein. Zwischen den Axialteilen 432, die mit ihren Außendurchmessern der Innendurchmes-



sen des Arbeitskolbens mit Zwischenraum angepaßt sein können, ist der sich radial erweiternde Mittelteil mit Wänden 442 und 441 ausgebildet, in denen sich die Einlässe 433 und 434 mit den Einlaßventilen 328 und 327, sowie das Auslaßventil 430 befinden (es können auch mehrere Auslaßventile 430 sein). Wenn der Arbeitskolben 304, 336, 364 sich aufwärts bewegt, wird Ladeluft über das Einlaßventil 327 in die Innenkolben-Innenkammer 440 eingelassen und über das Auslaßventil 430 in die Auslaßleitung 435 gefördert. Beim entgegengesetzt gerichteten Hub wird die Luft über das Einlaßventil 328 in die Innenkammer 440 und von dort über das Auslaßventil 430 in die Auslaßleitung 435 gefördert. Das Auslaßventil 430 kann ggf. auch fortgelassen werden. Der innere Innenkolben teilt den Raum innerhalb des Arbeitskolbens 336 in die Kammern 438 und 439, die bei der Reziproaktionsbewegung des Arbeitskolben-Assemblies 307, 304, 336, 364, 367 ihre Volumen periodisch entgegengesetzt vergrößern und verkleinern. Die Zuführung der Luft erfolgt durch die zu den genannten Kammern 438 und 439 verbundenen Einlässe 324 oder 310 (siehe Einlaß 310 in Fig. 10). Von der Ladeluft Förderleitung 435 wird die Ladeluft über die Leitung 443 zu den Einlässen 331 und 332 der Ladeluft Einlaßventile 56 und 57 geleitet und durch diese, wie in den früheren Figuren, bei deren Öffnung in die betreffenden Zylinderkammern 301, 361 geleitet. Bei Vergaser-Betrieb wird der Vergaser oder werden die Vergaser vor die Einlässe 324 und 47 gesetzt.

Fig. 13 zeigt die Kompression des Motors über dem Hubweg des Arbeitskolbens und über dem Kurbelwellen-Umlaufwinkel "alpha". Man sieht daraus, daß die Kompression auf dem erstem etwa Viertel des Hubwegs nur so wenig ansteigt, daß man den Spülvorgang schließen kann, der Druck dann aber noch so gering (um eine Atmosphäre) ist, daß der Turbo oder der Lader höheren Druck hat (bis etwa 2 Atmosphären oder mehr), so daß die Ladeluft noch etwa  $\frac{1}{5}$  bis  $\frac{1}{4}$  des Hubwegs des Arbeitskolbens durch die Ladeluft-Einlässe in den betreffenden Zylinderraum 1, 61, 301, 361 eingelassen werden kann.

Die Fig. 14 zeigt, daß das Aggregat der Fig. 2 bei jeder Umdrehung der Kurbelwelle vier Arbeitstakte abgibt, das Aggregat also fast zu allen Zeiten mit positivem Drehmoment an der Kurbelwelle arbeitet. Man kann die Spül- und Lade-Vorgänge der Fig. 13 zu jedem einzelnen der vier Kompressions-Vorgänge eintragen, wenn man das wünscht.

Die Fig. 12 bildet oberhalb und unterhalb des inneren Innenkolbens die inneren Innenkammern 501 und 502 aus, die ihr Volumen periodisch vergrößern und verkleinern und Luft aus den Einlässen 324 bzw. 47 aufnehmen.

Von besonderer Wichtigkeit ist noch, daß die Masse (das Gewicht) des betreffenden Kolbenassemblies 4, 7, 64 bzw. 304, 336, 364, 367, bzw. 323, 325 noch dazu, nicht höher sein darf als etwas unter  $\frac{1}{1,57}$  der umlaufenden Masse des Kurbelwellenassemblies wenn im Schwerpunkt der Masse konzentriert angenommen, weil die umlaufende Kurbelmasse sonst die Kolbenassemblies nicht schnell genug beschleunigen kann.

Die Berechnungsgrundlagen für die Aggregate der Erfindung einschließlich technischer Analysen erhält man in den deutschen Offenlegungsschriften 35 19 140, 31 35 675, 33 30 589 oder anderen Offenlegungsschriften beziehungsweise Patenten, insbesondere USA Patente, des Erfinders oder aus den einschlägigen RER Berichten des Forschungsinstitutes Rotary Engine Kenkyusho 2420 Isshiki, Hayama-machi, 240-01 Japan.

In Fig. 12 ist noch von Interesse, daß das Ventil 430 auch fortgelassen werden kann. Der Sitz dieses Ventils kann dann z. B. entlang der strichlierten Linie 448 fortgelassen werden. Der Hohlkörper 432 soll so lang sein, daß er die Dichtung 449 zum Teil 364 bildet, weil in der Kammer 70 und der Kammer 439 zu gleichen Zeiten entgegengesetzte Drucke herrschen, die Kammern also unwirksam würden, wenn die Dichtung 449 nicht angeordnet ist.

Da die Erfindung in den Patentansprüchen noch präziser beschrieben ist, sollen die Patentansprüche mit als Teil der Beschreibung der Erfindung gelten.

#### Patentansprüche

1. Doppelkolben-Aggregat mit in achsparallelen Zylindern axial beweglichem Doppelkolben, der die Kammern in den Zylindern periodisch vergrößert und verkleinert, **dadurch gekennzeichnet**, daß den einzelnen Zylindern zeitlich nacheinander wirkende Einlaß-Mittel zugeordnet sind, von denen das zeitlich erstwirkende einer Spül-Luft-Zuführung und das zeitlich später wirkende Einlaßmittel einer Ladeluft oder Ladeluft-Brennstoffgemisch-Zuführung zugeordnet ist, wobei die Einlaßmittel Steuernuten in einer Kolbenstange (z. B.: 15, 315, 365, 111 an Kolbenstange(n) 7, 107, 307, 367 usw.) oder Ventile (z. B.: 204, 205, 56, 156, 57 usw.) sein können.
2. Aggregat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die axialen Enden (81) und (82) der Steuernut (15) oder (115) von dem benachbarten der genannten Kolben (4), bzw. (64) bzw. (104) bzw. (164) im wesentlichen so weit entfernt ist, wie der Abstand (63) zwischen dem inneren Ende (61) des betreffenden Auslaßkanals (6) und dem Innenende (62) des betreffenden Deckels (3) zwischen dem betreffenden Zylinder und dem Mittelgehäuse (40).
3. Aggregat nach Anspruch 1 oder 2, und dadurch gekennzeichnet, daß die betreffende zylindrische Außenfläche (66) der Kolbenstange (7, 107) zwischen dem Innenende (71, 69) des betreffenden Kolbens und dem benachbarten Ende (81) bzw. (82) der Steuernut (15) oder (115) die achsparallele Länge 65 aufweist und diese etwa dem genannten Abstand (63) zwischen den Innenenden (61, 62) des betreffenden Kolbens (4, 64, 104, 164) und des betreffenden Deckels (3) entspricht.
4. Aggregat nach Anspruch 1 oder 1 bis 3, und dadurch gekennzeichnet, daß die axiale Länge (72) der Steuernut (15, 115) zwischen deren Enden (81, 82) etwa dem Abstand (85) der Axialenden (83, 84) des Dichtring-Gehäuses (3, 40, 53) zuzüglich der zweifachen axialen Länge (67) des Auslaßkanals (6) entspricht.
5. Aggregat nach Anspruch 1 oder mindestens einem der Ansprüche, und dadurch gekennzeichnet, daß beiderseits der Steuernut (15, 115) an der Kolbenstange (7, 107) eine der genannten zylindrischen Außenflächen (66) mit der genannten Länge (65) angeordnet ist.
6. Aggregat nach Anspruch 1 oder mindestens einem der Ansprüche, und dadurch gekennzeichnet, daß in dem genannten Dichtring-Gehäuse ein Dichtringbett (53) geformt ist und in dieses Bett mindestens ein, besser aber mehrere, radial nach innen spannde, die genannte Außenfläche (66) umgreifend und an ihr dichtend und gegen sie span-

nend (e) Dichttring (e) (54, 55) eingesetzt ist (sind).

7. Aggregat nach Anspruch 1 oder mindestens einem der Ansprüche, und dadurch gekennzeichnet, daß zwei der Doppelkolben-Aggregate achsparallel angeordnet und einem Kurbelgehäuse (8) zugeordnet sind, das eine axiale Ende der Kolbenstange (7, 107) bzw. deren Kolben (64, 164) mit einer Lagerung (12) für einen Pleuelbolzen (13) ausgerüstet ist, die im Kurbel-Gehäuse (8) gelagerte Kurbelwelle (19) zwei relativ zueinander um 90 Grad winkelmäßig verdrehte exzentrische Pleuellager (26) und (126) hat und Pleuel (14) und (114) angeordnet sind, die die betreffenden Pleuelbolzen (13) mit dem betreffenden Exzenterlager (26) bzw. (126) verbinden.

8. Aggregat nach Anspruch 1 oder mindestens einem der Ansprüche, und dadurch gekennzeichnet, daß die genannte Länge (65) etwas länger ist, als die Lampe (63) oder die genannten Längen (63, 65, 72, 67, 85) relativ zueinander so ausgebildet sind, daß beim Auswärtshub des betreffenden Kolbens (4, 64, 104) oder (164) die Auslässe (6) etwas früher geöffnet werden, als die betreffende Steuerkante (das Steuernutende) (81) oder (82) der Steuernut (15) oder (115) den Einlaß (9) zur betreffenden Zylinderkammer (1, 61, 101) oder (161) öffnet, also die zylindrische Innenfläche (66) des Dichttrings (der Dichttringe) (54, 55) verläßt.

9. Aggregat nach Anspruch 1 oder einem der Ansprüche und dadurch gekennzeichnet, daß die Kolben (4, 64, 304, 364, 336) bzw. die Zylinder (2, 62) gleiche Durchmesser haben (Fig. 1).

10. Aggregat nach Anspruch 1 und dadurch gekennzeichnet, daß die Steuernut (15, 115, 315, 365) auf dem ganzen Umfang radial nach außen offen ist, also einen ringförmigen Kanal um die ganze Kolbenstange herum bildet (Fig. 1, 2 etc.).

11. Aggregat nach Anspruch 1 oder einem der Ansprüche und dadurch gekennzeichnet, daß Mittel zur zeitlichen und/oder räumlichen Trennung der Spülung und Ladung des betreffenden Zylinders angeordnet sind (Fig. 4 bis 13).

12. Aggregat nach Anspruch 1 oder einem der Ansprüche und dadurch gekennzeichnet, daß die Zündkerze (11) durch eine Brennstoff-Einspritzdüse (111) ersetzt ist, um Ausströmung von Brennstoff-Luftgemisch aus den Auslässen (6, 66) zu verhindern, indem Brennstoff erst nach Verschluß der Auslässe (6, 66) in den betreffenden Zylinder-Raum (1, 61, 301, 361) eingeführt wird (Fig. 3).

13. Aggregat nach Anspruch 1 oder einem der Ansprüche und dadurch gekennzeichnet, daß am oberen Ende des Zylinders (2) ein eine Außenkammer (75) bildender Deckel (201) angeordnet ist, so daß diese Außenkammer bei der Reziproaktionsbewegung des Kolbens (4, 7, 64) ihr Volumen periodisch vergrößert und verkleinert (Fig. 4).

14. Aggregat nach Anspruch 13, und dadurch gekennzeichnet, daß dem Deckel (201) mindestens ein Einlaßventil (205) zugeordnet ist (Fig. 4).

15. Aggregat nach Anspruch 13 oder einem der Ansprüche und dadurch gekennzeichnet, daß dem Deckel (201) ein in den Hohlraum in der Kolbenstange (7) eintauchender Füllkolben (73) zugeordnet und am Deckel (201) befestigt ist (Fig. 4).

16. Aggregat nach Anspruch 13 oder einem der Ansprüche und dadurch gekennzeichnet, daß der Außenkammer (75) zwei Einlaßventile (205, 210) zugeordnet sind und/oder diese Ventile zeitlich nachein-

ander mittels entsprechender Steuer-vorrichtungen geöffnet und verschlossen werden und/oder eines der Ventile (z. B. 205) als Spülluft-Einlaßventil und das andere der Ventile (z. B. 210) als Ladeluft-Einlaßventil ausgebildet ist und/oder Federn (208) die Ventile geschlossen halten, während Stößel oder Nockenwellen die Ventile abhängig vom Drehwinkel der Kurbelwelle öffnen (Fig. 4).

17. Aggregat nach Anspruch 13 oder einem der Ansprüche und dadurch gekennzeichnet, daß nahe der Steuernut (15) nur wenig axial nach außen versetzt, Ladeluftbohrungen (39, 42) durch die Kolbenstange (7) zu deren Innenraum (18) erstreckt angeordnet sind, die bei der Reziproaktionsbewegung von Kolben und Kolbenstange später als die Steuernut (15) verschlossen werden und nach Verschluß der zur Spülluft-Steuerung eingesetzten Steuernut (15) den betreffenden Zylinder Raum (1, 61) mit Ladeluft aus dem Innerem (18) der Kolbenstange (7) her füllen (Fig. 4).

18. Aggregat nach Anspruch 1, 13 oder einem der Ansprüche und dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb der hohlen Kolbenstange (7) ein mit Feder (44) gespanntes Einwegventil (43) angeordnet ist, das Überluft aus der Außenkammer in Innenraum (70) des Kurbelgehäuses (8) oder in den Zylinderraum (61) eindringen lassen kann.

19. Aggregat nach Anspruch 1, 13 oder einem der Ansprüche, und dadurch gekennzeichnet, daß nahe dem unteren Ende des unteren Kolbens (64) Einlaßbohrungen (45) den Kolben oder die Kolbenstange durchsetzen und das Innere (18) der Kolbenstange (7) zum Innerem (70) des Kurbelgehäuses (8) verbinden (Fig. 4).

20. Aggregat nach Anspruch 1 oder einem der Ansprüche und dadurch gekennzeichnet, daß jedem der Zylinder Innenräume (1, 61) ein Ladeluft-Einlaßventil (56, 57) zugeordnet ist und diese Einlaßventile bevorzugterweise mit ihren Schäften (58) in Führungen (59) des Mittelteils (40) geführt, mit Ladeluft-Zuführungs Kanälen (99) verbunden sind, so daß das Aggregat neben der Spülluft-Zuleitung (9), die zusammen mit der Steuernut (15) dann der Zuführung der Spülluft dient, den weiteren Ladeluft-Einlaß (99) bildet, der zusammen mit den genannten Ladeluft-Einlaßventilen der Zuleitung der Ladeluft zu den genannten Zylindern dient (Fig. 5).

21. Aggregat nach Anspruch 20 oder einem der Ansprüche und dadurch gekennzeichnet, daß die genannten Ladeluft-Einlaßventile (56, 57) mittels Federmitteln (190) geschlossen gehalten werden, aber eine gegebenenfalls auf beide Ventile (56) und (57) arbeitende Nockenwelle (77) mit Nocken (78) und (79) zeitlich nacheinander und nach jeweiligem Verschluß der Steuernut (15) und somit nach Beendigung des Spülvorgangs, gegen die Stößelköpfe (60) des betreffenden Ladeluftventils drückend, das betreffende Ventil öffnend und die Ladeluft in den betreffenden Zylinder-Arbeitsraum (1) oder (61) einströmen lassend, angeordnet ist (Fig. 5, 6).

22. Aggregat nach Anspruch 1 oder einem der Ansprüche und dadurch gekennzeichnet, daß den Auslässen (6) bzw. (66) Verschlußventile (38) zugeordnet sind, oder eine an einem der Kolben (4) bzw. (64) angeordnete Verschluß-Schürze (94, 73) zur Verhinderung der Rückströmung von Auspuffgasen durch die Auslässe (6, 66) zurück in den betreffenden Zylinderraum (1, 61), angeordnet sind (z. B.

Fig. 5).

23. Aggregat nach Anspruch 1 oder einem der Ansprüche und dadurch gekennzeichnet, daß dem Kurbelgehäuse (8) ein Spülluft-Einlaß- und ein Spülluft-Auslaß-Ventil (47) und (48) zugeordnet sind, wobei das Einlaßventil Luft in die Innenkammer (70) des Kurbelgehäuses einläßt und das Auslaßventil (48) diese Luft komprimiert abgibt und das Auslaßventil (48) mittels einer Leitung z. B. (100) usw. einem Ladeluft-Einlaß (9, 202, 201, 156, 309, 409) oder dergleichen, verbunden ist.

24. Aggregat nach Anspruch 1, 13 oder einem der Ansprüche und dadurch gekennzeichnet, daß der Außenkammer (75) ein Ladeluft-Einlaßventil (204) und ein Ladeluft-Auslaßventil (205) zugeordnet sind und das Ladeluft-Auslaßventil (202) dem Ladeluft-Einlaß (9) verbunden ist (Fig. 5, 6 usw.).

25. Aggregat nach Anspruch 1, 13 oder einem der Ansprüche und dadurch gekennzeichnet, daß der Außenkammer (75) ein Spülluft-Einlaßventil (204) und ein Spülluft-Auslaßventil (205) zugeordnet sind und der Spülluft-Auslaß (202) dem Spülluft-Einlaß (9) zur Steuernut (15) oder zum Steuerluft-Einlaß (156) verbunden ist (Wahlweise Fig. 5, 6 usw.).

26. Aggregat nach Anspruch 1 oder einem der Ansprüche und dadurch gekennzeichnet, daß dem Mittelteil (40) des Aggregates ein Spülluft-Einlaß (9) und ein Ladeluft-Einlaß (99) zugeordnet sind (Fig. 5, 6 usw.).

27. Aggregat nach Anspruch 1 oder einem der Ansprüche und dadurch gekennzeichnet, daß der betreffende Kolben (4, 64) mit Kühlräumen (92, 93) versehen ist und eine Maßnahme zur Durchspülung dieser Kühlräume mit Fluid angeordnet ist, die Kanäle (91, 92, 92) enthalten mag (Fig. 6).

28. Aggregat nach Anspruch 1 oder einem der Ansprüche und dadurch gekennzeichnet, daß dem Mittelteil (40) mindestens ein Brennstoff-Einlaß oder Zündmittel (11, 111), mindestens ein Spülluft-Einlaß (156) und mindestens ein Ladeluft-Einlaß (56) zugeordnet ist, besser aber je zwei dieser Mittel zugeordnet sind (Fig. 7).

29. Aggregat nach Anspruch 1 oder einem der Ansprüche und dadurch gekennzeichnet, daß die axial äußeren Kolben (4, 64) durch einen gemeinsamen mittleren Kolben (304, 336, 364) ersetzt sind, die mittlere Kolbenstange (7) durch vom Mittelkolben axial in entgegengesetzten Richtungen erstreckte Kolbenstangen (Kolbenstangenrohre) (307, 367) ersetzt ist und die mittlere Steuernut (15) durch nahe den axial äußeren Enden der Kolbenstangen (307, 367) angeordnet Steuernuten (315, 365) ersetzt ist (Fig. 8 bis 12).

30. Aggregat nach Anspruch 1 oder einem der Ansprüche und dadurch gekennzeichnet, daß die Steuernut (15) oder die Steuernuten (315, 365) durch ein seitlich in Abhängigkeit vom Drehwinkel der Kurbelwelle (19) geöffnetes Einlaß-Ventil (156) oder dergleichen ersetzt ist (sind) (Fig. 7 usw.).

31. Aggregat nach Anspruch 29, und dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben (304-336-364) hohl ausgebildet ist und die Kolbenstangen-Rohre (307) und (367) in radial nach außen erstreckte Kolbenenden (304) bzw. (364) übergehen und die Kolbenenden oder Kolbenwände (304) und (364) mittels des mittleren bevorzugterweise zylindrischen Mittelstücks (336) miteinander verbunden ausgeführt sind (Fig. 8 bis 12).

32. Aggregat nach Anspruch 29, und dadurch gekennzeichnet, daß das Innere (70) des Kurbelgehäuses (8) Spülluft über das Auslaßventil (48), den Anschluß (50) und die Leitung (100) zu den Spülluft-Einlässen (309) und (409) leitet und diese Spülluft bei Öffnen der Steuernuten (315) und (365) zeitlich nacheinander in die Zylinder-Arbeitskammern (301, 361) geleitet wird.

33. Aggregat nach Anspruch 29, und dadurch gekennzeichnet, daß im Oberdeckel und Bodendeckel der Zylinder (2) und (62) Ladeluft-Einlaßventile (56) und (57) angeordnet sind, zu denen aus den Ladern (305, 405) des Turbo (5) mittels der Abgase aus den Auslässen (6, 66) über Kanal (123) getriebenen Turbine (322) des Turbo (5) Ladeluft geleitet wird.

34. Aggregat nach Anspruch 32 und 33, und dadurch gekennzeichnet, daß die Ausführungen nach Ansprüchen 32 und 33 gemeinsam angeordnet sind und eine in Abhängigkeit vom Umlaufwinkel der Kurbelwelle (19) getriebene Öffnungsvorrichtung, zum Beispiel zwei Nockenwellen (377, 477) mit Nocken (79, 78) angeordnet ist, die die Ladeluft-Einlaß-Ventile (56) und (57) zeitlich nacheinander und nach Verschluß des Spülluftstromes durch die Spüllufteinlässe (156, 15, 315, 365) öffnet und somit den Spülvorgang vom Ladevorgang zeitlich und räumlich trennt, um vorkomprimierte Ladeluft in den betreffenden Zylinder-Arbeitsraum (301, 361) zu bringen, sauberen Betrieb des Aggregates als Verbrennungsmotor ohne Brennstoff-Verluste durch den Auspuff, aber vollständige Verbrennung des Brennstoffs in der Luft in den Zylindern, ähnlich gut wie beim Viertaktmotor, zu verwirklichen (Fig. 8 bis 12).

35. Aggregat nach Anspruch 28, 31, 32 oder einem der Ansprüche und dadurch gekennzeichnet, daß am oberen Ende der Kolbenstange (307) ein Anschluß (80) angeordnet ist (Fig. 9).

36. Aggregat nach Anspruch 29, 29 bis 35 oder einem der Ansprüche und dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb des Kolbens (404-336-364) eine Kühlvorrichtung angeordnet ist (Fig. 10).

37. Aggregat nach Anspruch 36 und dadurch gekennzeichnet, daß die genannte Kühlvorrichtung einen Kühlstrom-Leitkörper (317) innerhalb des Kolbenassemblies (304, 336, 364, 307, 367) angeordnet, der den Kühlstrom (318) entlang der radial inneren Wandflächen der Kolbenassembly-Teile (304, 336, 365, 367) und (307) leitet.

38. Aggregat nach Anspruch 37 und dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlstrom (318) aus dem Inneren (70) des Kurbelgehäuses (8) durch Einlässe (310) in das Kolbenassembly herein geleitet wird, ein Einweg-Ventil (311) in Halterung (312) mit Durchlässen (313) geführt, im Kolbenassembly angeordnet sein mag, ein Ventilator (turbine) (314) in Teilen (315 und 316) umlaufähig gelagert innerhalb des Kolbenassemblies angeordnet sein mag, der Kühlstrom (318) um den bevorzugterweise hohlen Leitkörper (317) herum an den radial inneren Flächen der Wände des Kolbenassemblies entlang und durch Auslaß-Öffnungen (319) aus dem Kolbenassembly (304-336-364-307-367) herausgeleitet wird, der Leitkörper (317) im Kolbenassembly befestigt ist und/oder die Kühlluft danach als im Kurbelgehäuse vorkomprimierte Spülluft durch den Kanal (300) den Spülluft-Einlässen (309) und (409) (oder 9) zugeleitet wird und/oder die Leitung (300) radial

oben an einem Verschlußgehäuse (320) mit Innenraum (321) zum zeitweiligem Eintritt eines Teils der Kolbenstange (307) angeordnet ist.

39. Aggregat nach Anspruch 29 oder einem der Ansprüche und dadurch gekennzeichnet, daß der obere Zylinder einen Ladezylinder (326) hält, der Anschluß (80) mit Mittel (323) zu einem im Ladezylinder (326) reziprozierbaren Kolben (325) verbunden ist, der Kolben (325) den Zylinder (326) in die Kammern (444) und (445) trennt, die bei der Reziproka- 5 tions-Bewegung des Kolbenassemblies (307-304-336-364-367) die Kammern (444) und (445) abwechselnd vergrößert und verkleinert, der Kammer (444) das Einlaßventil (327) und das Auslaßventil (329) zugeordnet sind, der Kammer (445) das 10 Einlaßventil (328) und das Auslaßventil (330) zugeordnet sind, das Auslaßventil (329) durch Leitung (333) zum Einlaß (332) verbunden ist, das Auslaßventil (330) durch Leitung (334) zum Einlaß (332) verbunden ist und die Kammern (444) und (445) 20 beim Betrieb des Aggregates Ladeluft zu den Ladeluft-Einlaßventilen (56) und (57) leiten (Fig. 11).

40. Aggregat nach Anspruch 29 oder einem der Ansprüche und dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb des Kolbenassemblies (307-304-336-364-367) 25 ein stationärer Innenkolben indirekt am Zylinder (2) befestigt und relativ zum Zylinder (2) axial unbeweglich angeordnet ist, der als Trennkörper zwischen so entstehenden inneren Innenkammern (501, 502) innerhalb des genannten Kolbenassemblies wirkt, und die so entstandenen inneren Innenkammern (501) und (502) abwechselnd als Spülluft oder Ladeluft-Förderkammern eingesetzt und zu 30 entsprechenden Einlässen des Aggregates verbunden sind (Fig. 12).

41. Aggregat nach Anspruch 40 und dadurch gekennzeichnet, daß der innere Innenkolben (432) mit seiner Außenform den Innenformen des genannten Kolbenassemblies mit Zwischenraum angeformt 35 ist, der Mittelzylinder (336) des Kolbenassemblies, der mit Kühlraum (331) versehen sein mag, eine zylindrische Innenfläche (446) bildet, an der die radial äußere Mitte des inneren Innenkolbens ggf. mit Kolbenringen (52) dichtend laufen kann, und/oder der innere Innenkolben mit Hohlräumen oder 40 Kühlräumen (438) versehen ist und/oder der innere Innenkolben eine Zuleitung (433) von der Kammer (501) mit einem Einlaßventil (328) und eine Zuleitung (434) von der Kammer (502) mit Einlaßventil (327) enthält, die genannten Einlaßventile zu einer 45 inneren Innenkammer (440) führen und diese mit einem Auslaßventil (430) versehen ist, der innere Innenkolben eine Weiterleitung (435) bildet und/oder die aus den inneren Innenkammern (501) und (502) geförderte Luft oder Ladeluft, die aus Einläs- 50 sen (324) oder (47) zu den Leitungen (433, 434) gelangte, durch die Ableitung (435) und die Leitung (443) zu den Ladeluft-Einlässen (331) und (332) geleitet wird oder zu einem Spülluft-Einlaß (9) oder (156) des Aggregates geleitet wird (Fig. 12). 55 60

42. Aggregat nach Anspruch 1 oder einem der Ansprüche und dadurch gekennzeichnet, daß das Aggregat als Verbrennungsmotor ausgebildet ist, dessen Arbeits-Zylinder als Zweitakt-Motor mit räumlich voneinander getrennter Spülung und La- 65 dung ausgebildet ist.

43. Aggregat nach Anspruch 1 oder einem der Ansprüche und dadurch gekennzeichnet, daß ein in

der Beschreibung oder den Figuren beschriebenes Teil angeordnet ist oder eine in der Beschreibung, der Einleitung oder der Zusammenfassung beschriebene Wirkung oder ein beschriebenes Ziel verwirklicht wird.

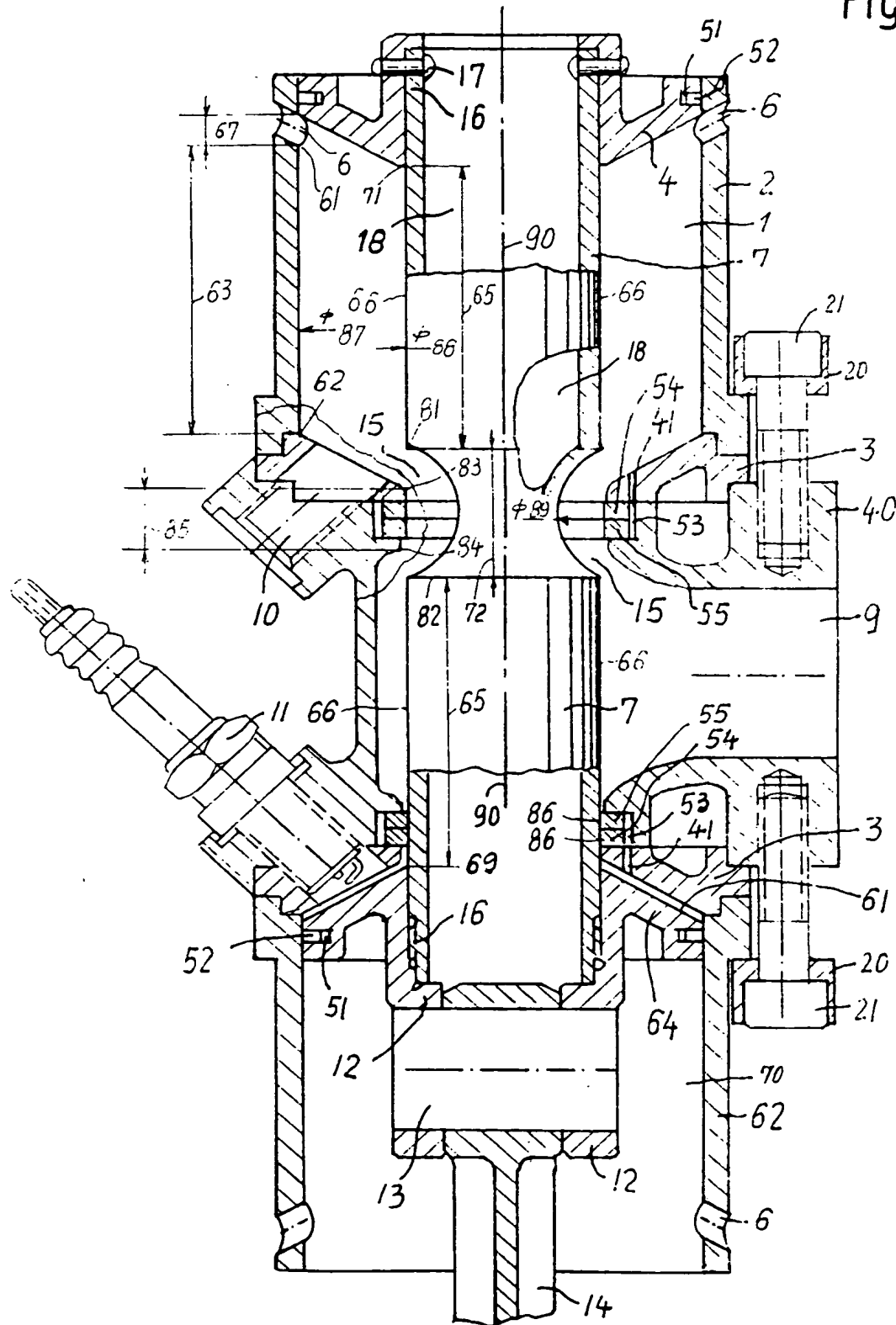
---

Hierzu 13 Seite(n) Zeichnungen

---

— Leerseite —

Fig. 1



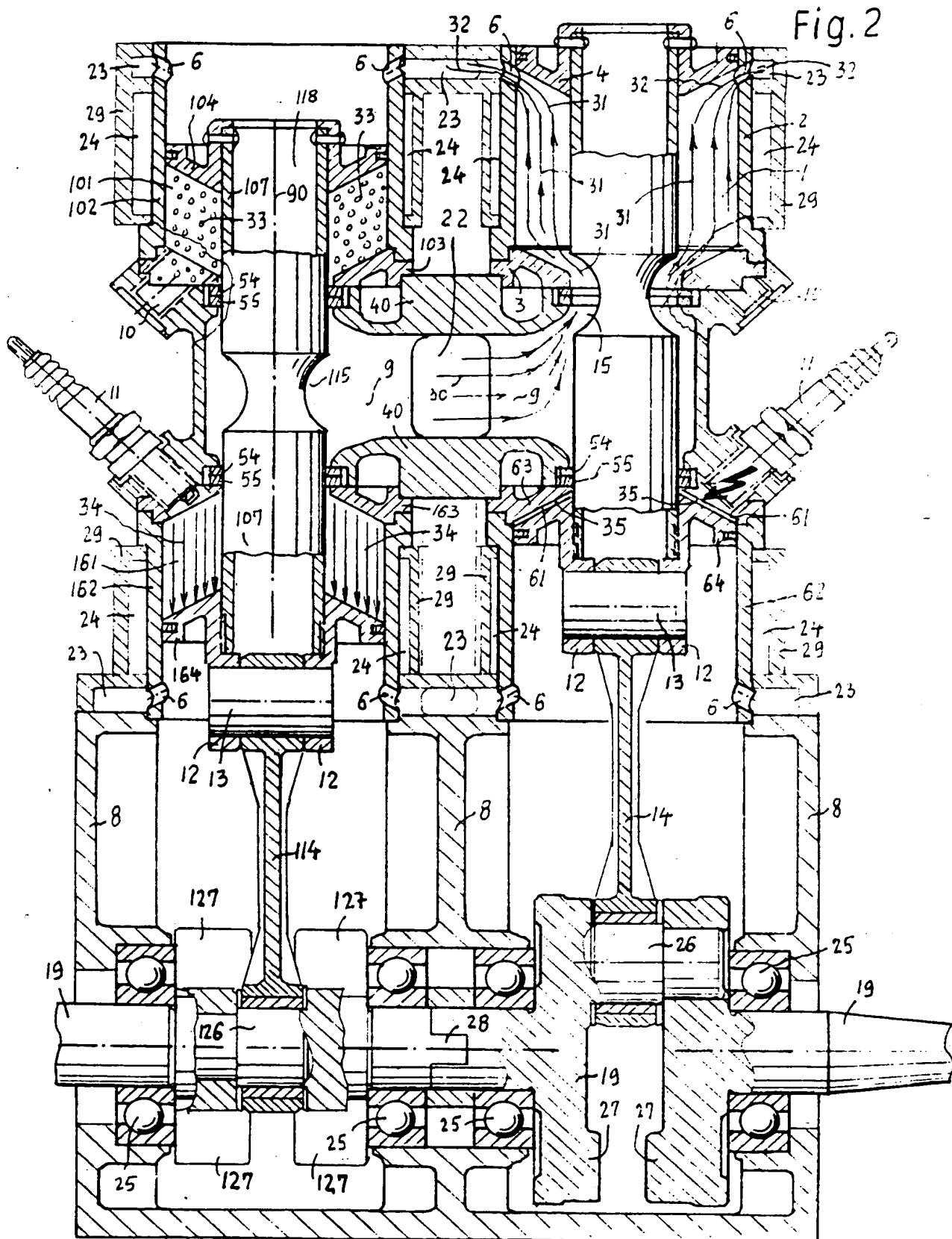




Fig. 3

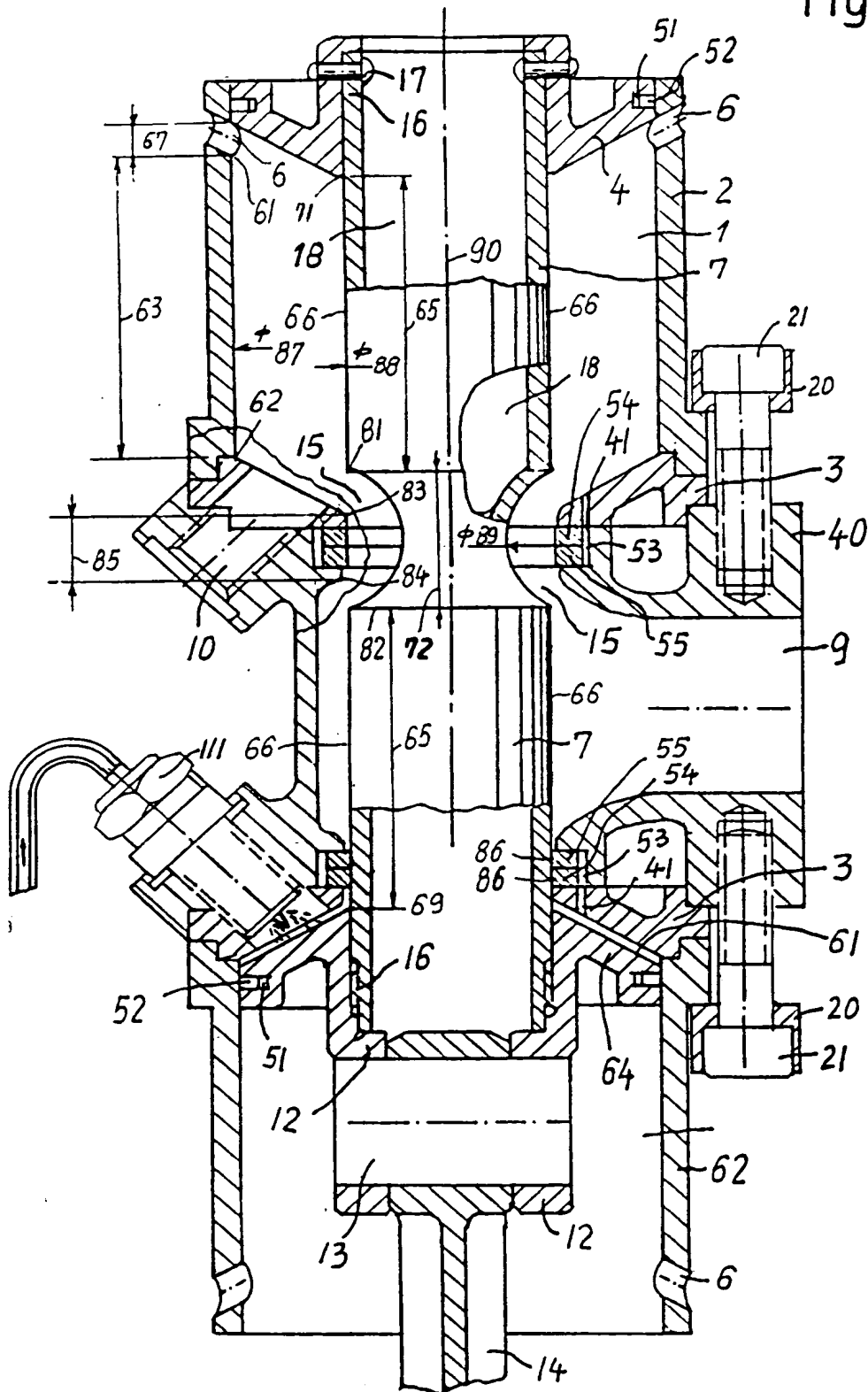
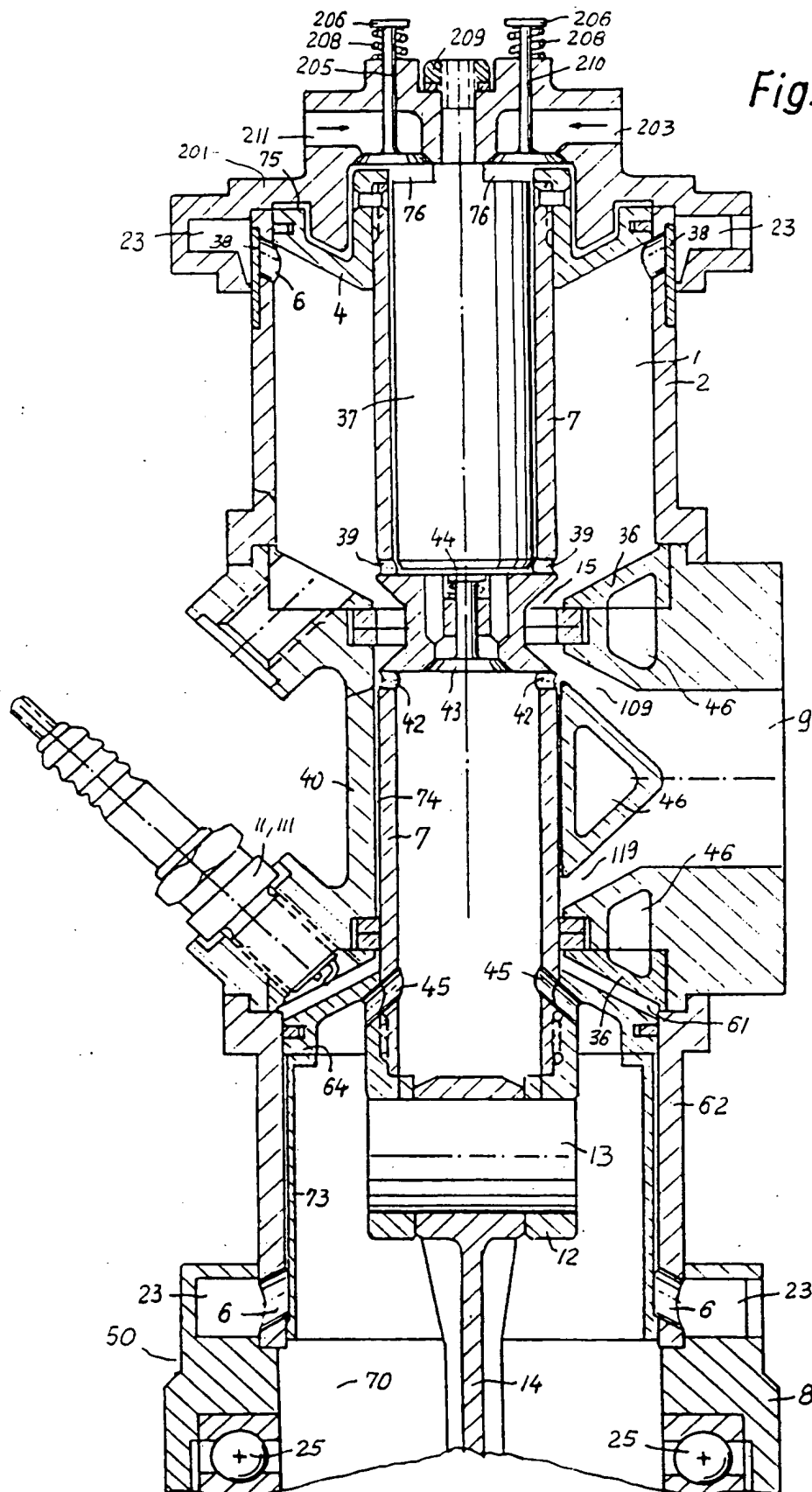


Fig. 4



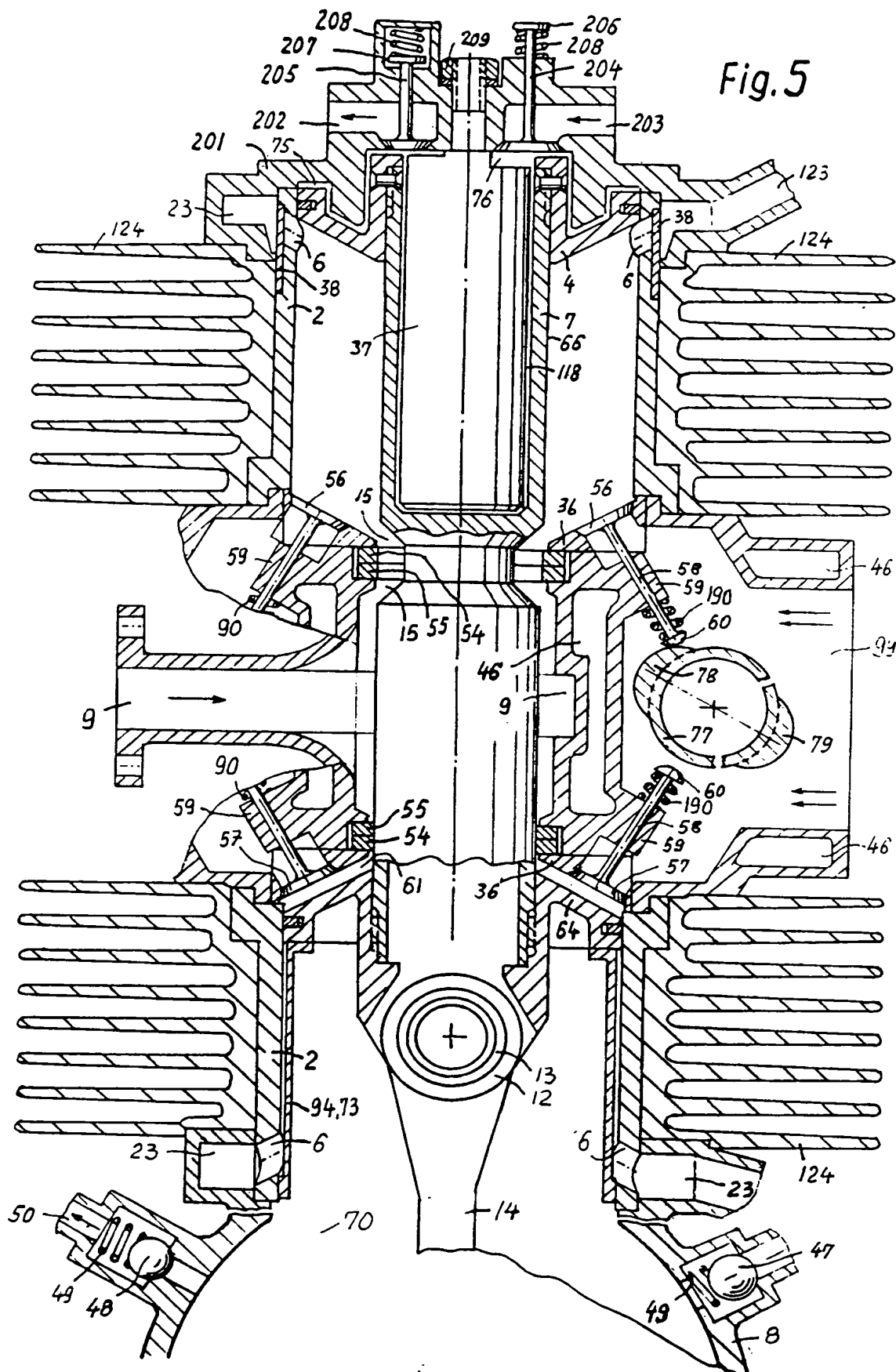
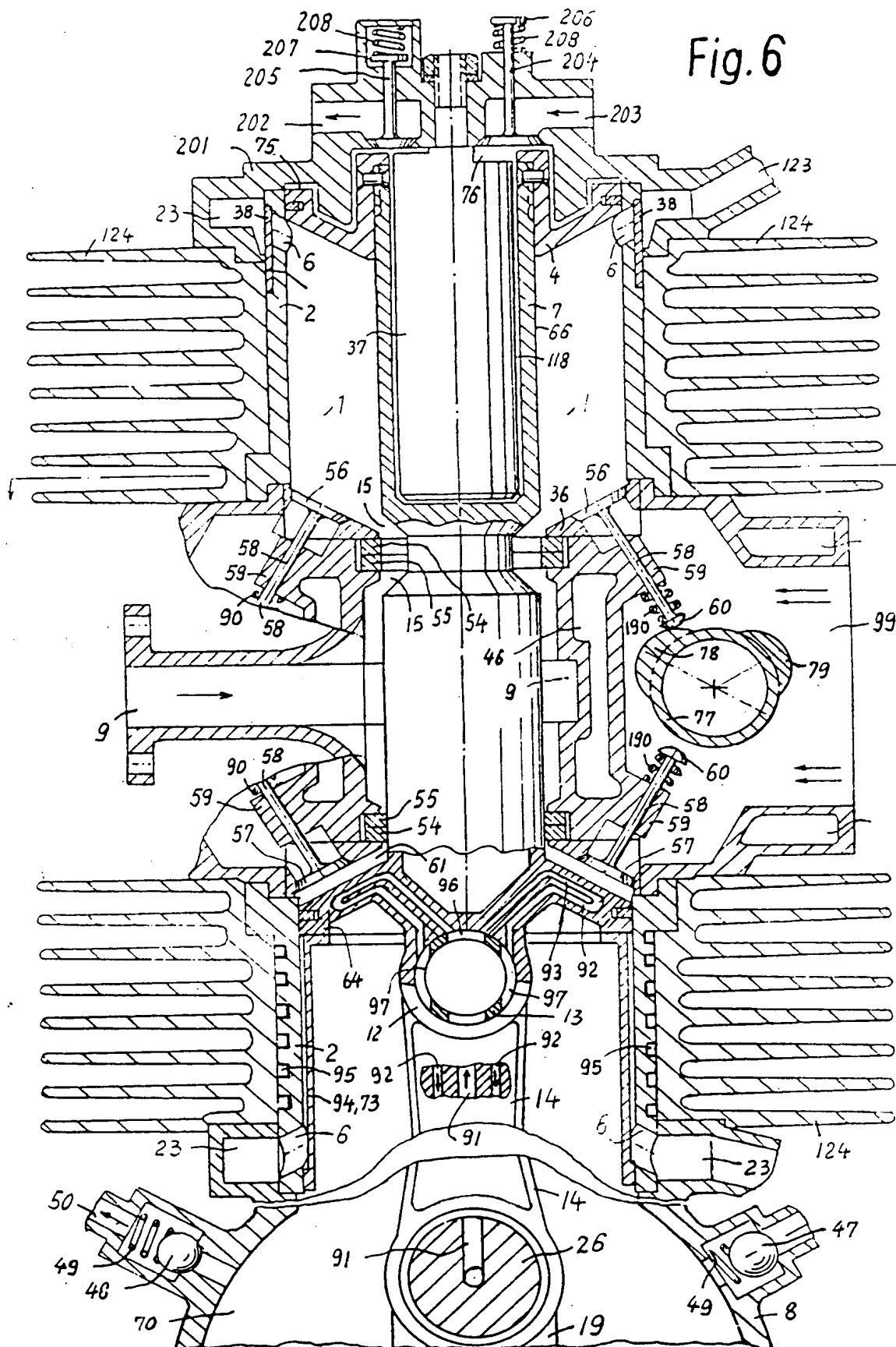


Fig. 6



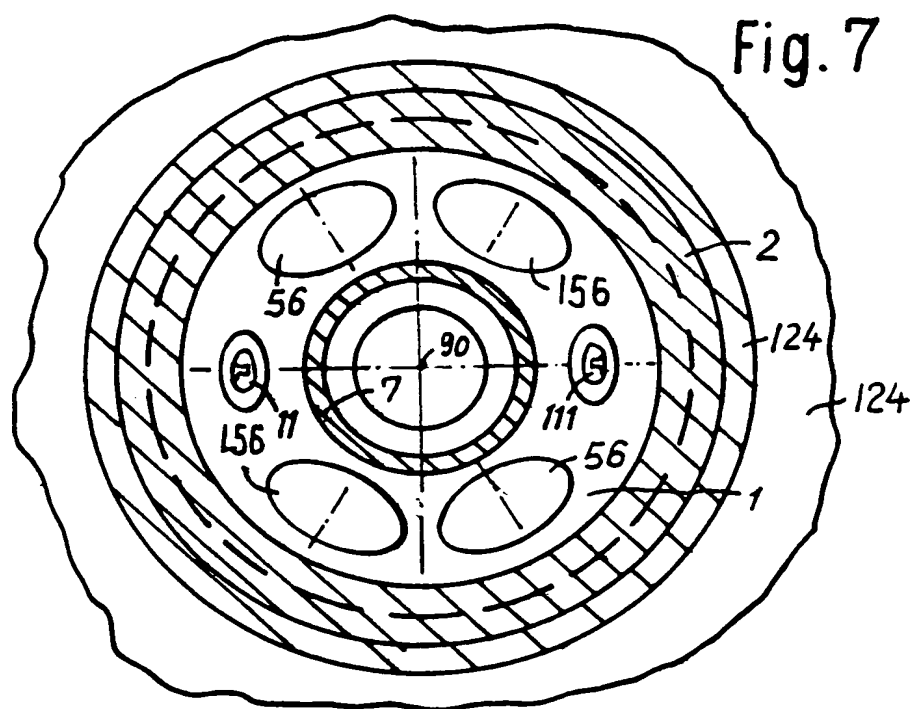




Fig. 9

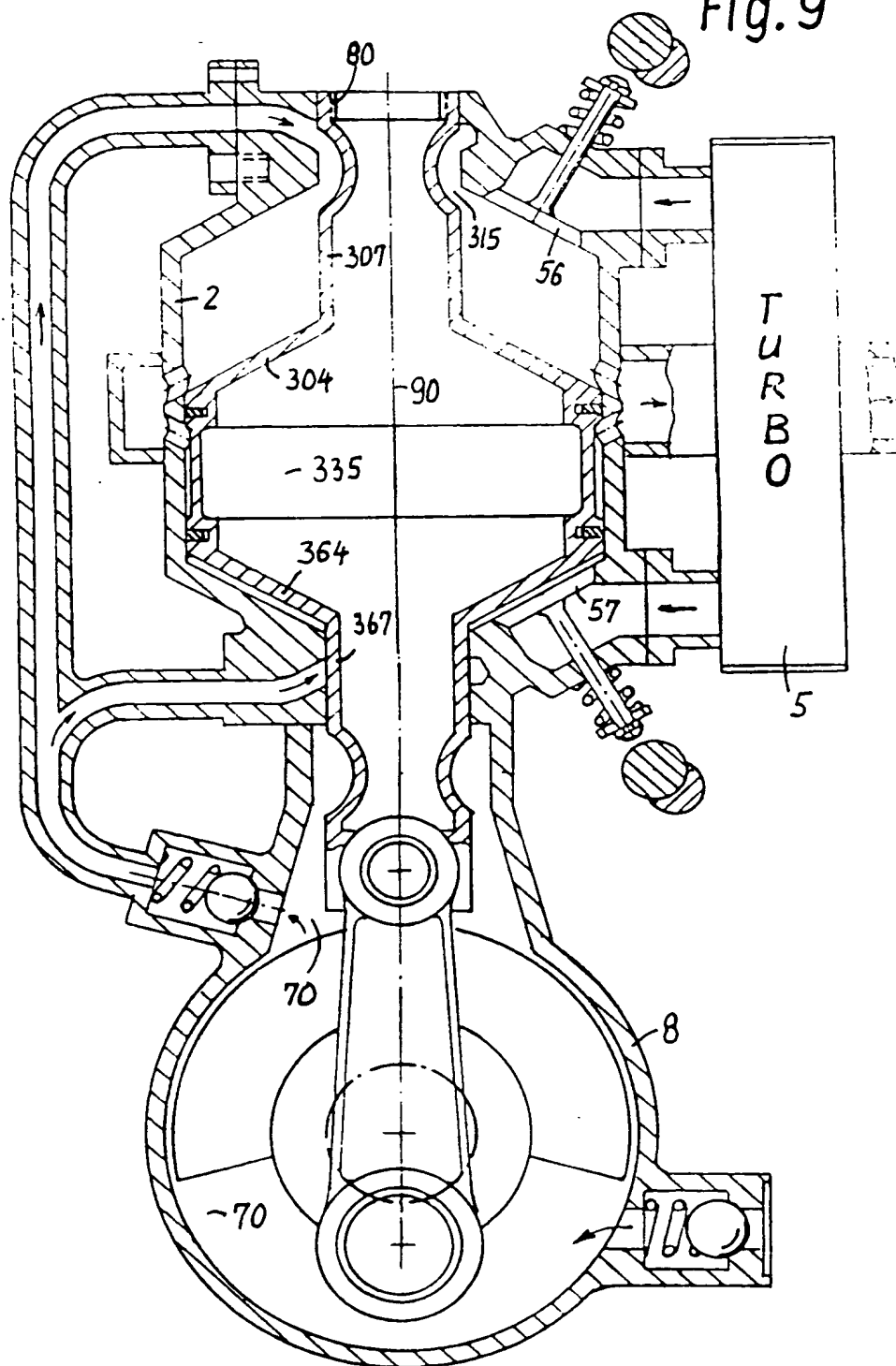




Fig. 10

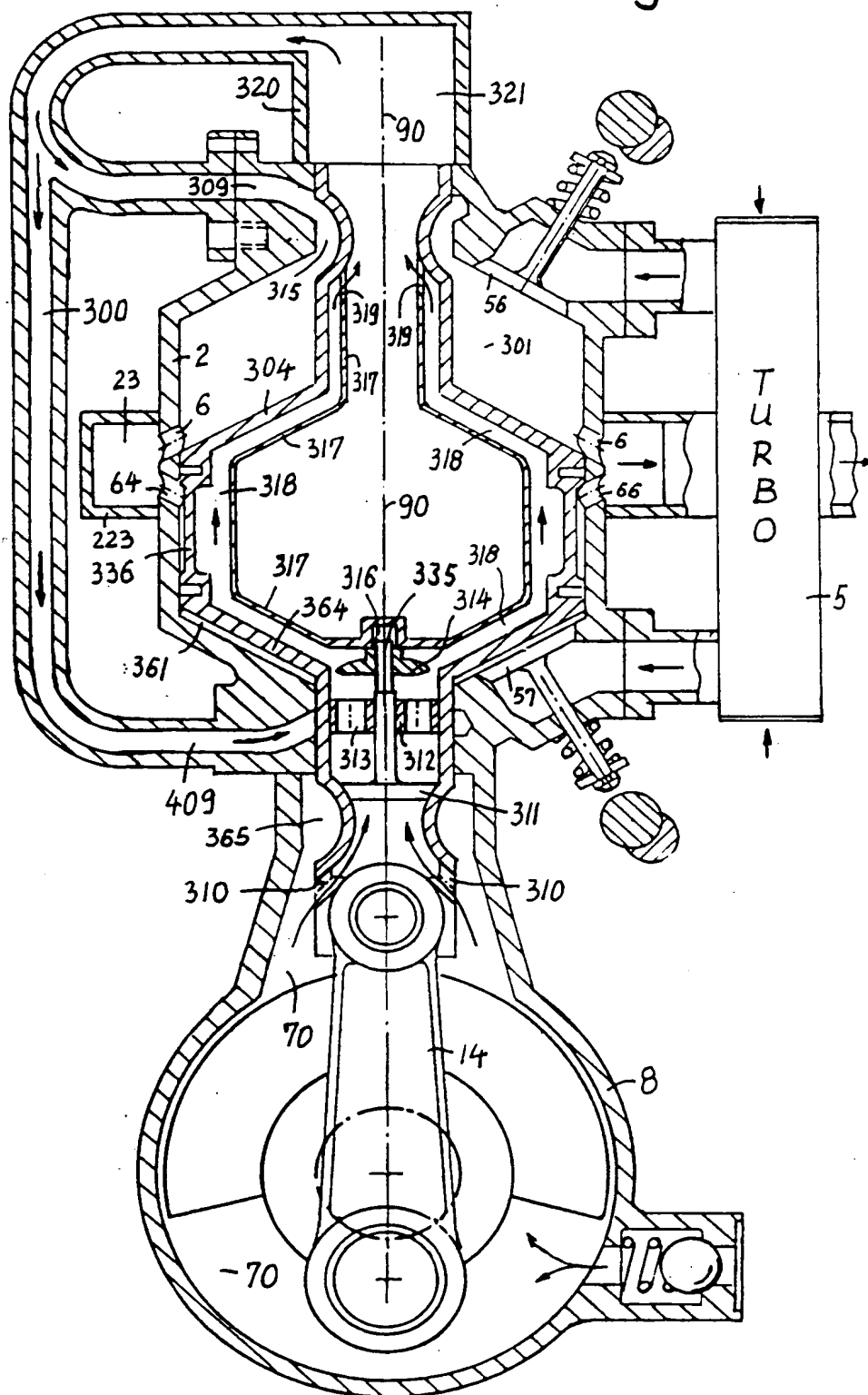


Fig 11

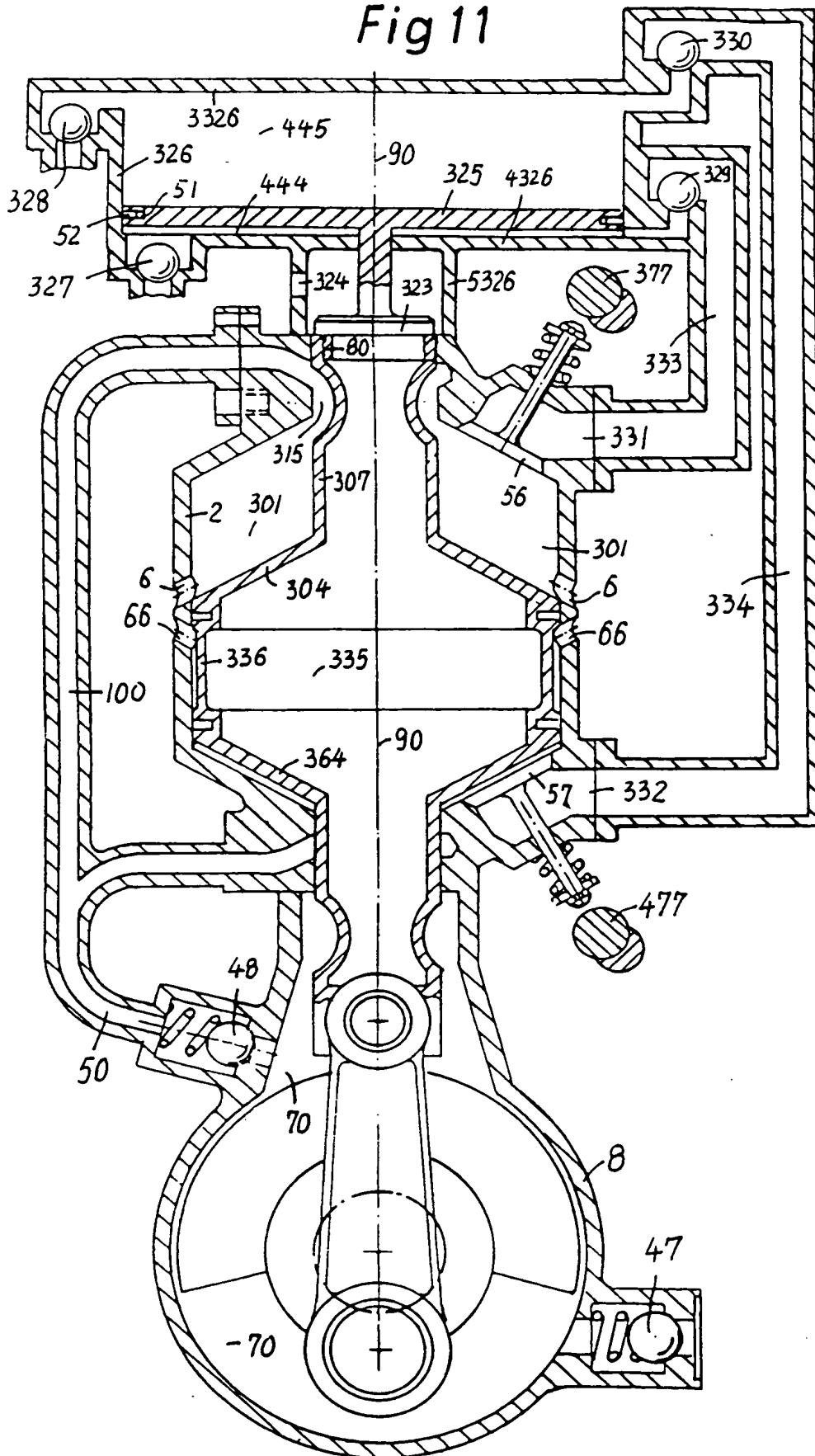


Fig. 12

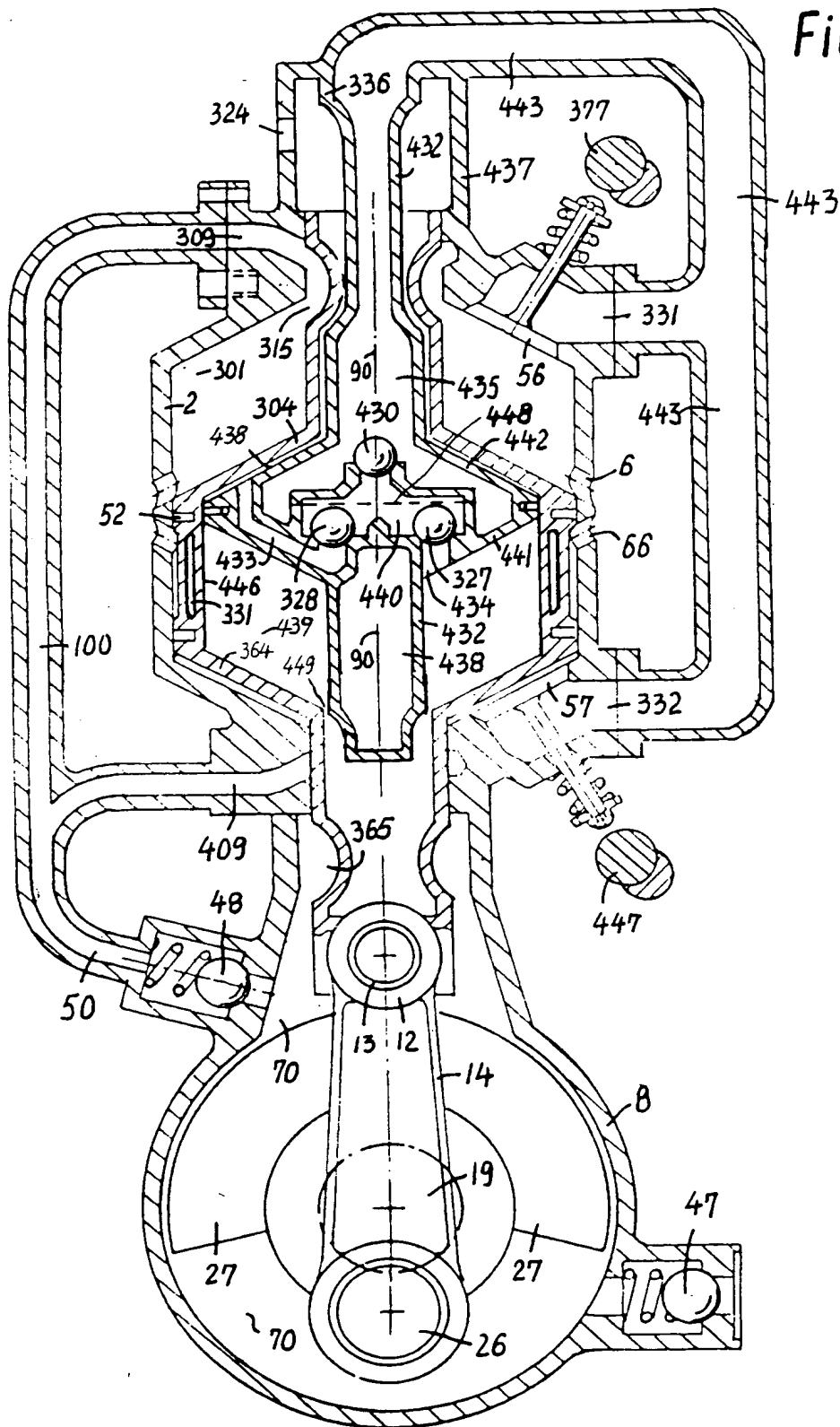


Fig. 13

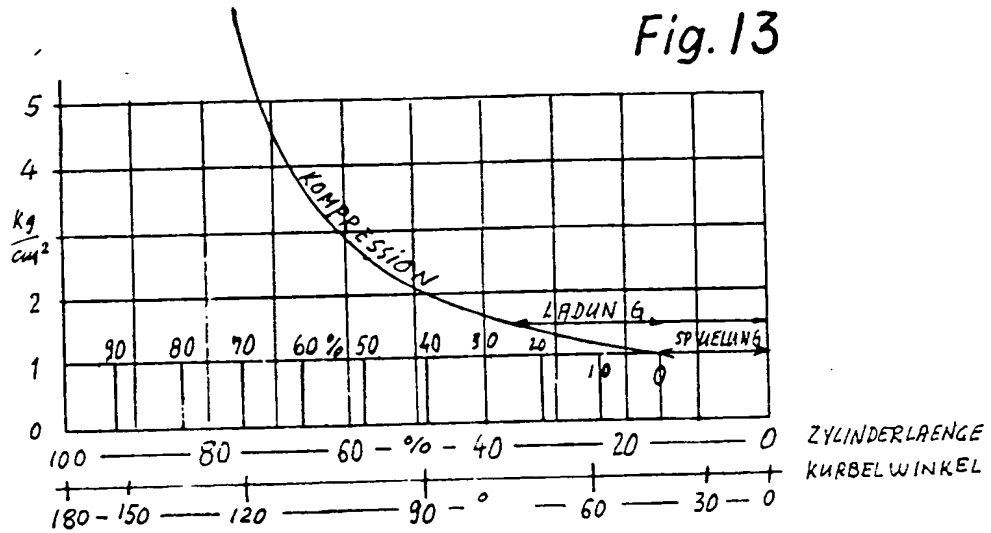


Fig. 14

